

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-44469

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 F 12/16
1/16
1/32

識別記号

3 4 0 Q

庁内整理番号

9293-5B

F I

技術表示箇所

7165-5B

7165-5B

G 0 6 F 1/ 00

3 1 2 D

3 3 2 Z

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 63 頁)

(21) 出願番号 特願平6-138496

(22) 出願日 平成6年(1994)6月21日

(31) 優先権主張番号 0 9 7 2 5 0

(32) 優先日 1993年7月26日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 ジェームズ・エル・コーム

アメリカ合衆国40515 ケンタッキー州レキシントン ブルックシャー・サークル2417

(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

最終頁に続く

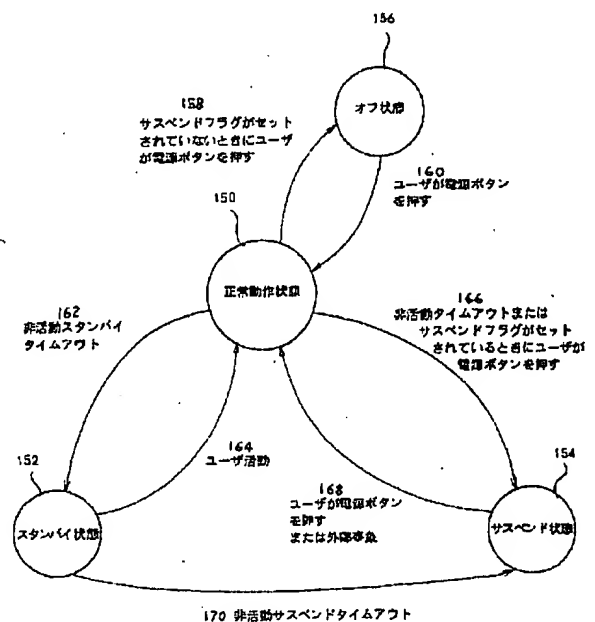
(54) 【発明の名称】 ゼロ・ボルト・システム・サスペンドを有するデスクトップ・コンピュータ・システム

(57) 【要約】

【目的】 コンピュータ・システムの状態をサスペンドし、レジュームする機能を有するデスクトップ・コンピュータ・システム。

【構成】 システムの状態は、まず、CPU上で現在実行中のコードに割り込むことによって保存される。次に、システムの状態が確認される。次に、コンピュータ・システムの状態がシステム・ハード・ドライブに書き込まれる。コンピュータ・システムの状態がシステム・ハード・ドライブに安全に保存された後、CPUは電源に、調整されたシステム電力の提供を停止させる。

【効果】 サスペンドされたシステム状態がシステム・ハード・ファイルに保存され、システム電力を除去できるようになり、電源からの電力を必要としないシステム・サスペンド中断が効果的に可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 BIOS を含み、オペレーティング・システムおよび適用業務プログラムを実行することができるコンピュータ・システムにおいて、

CPU と、

外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に供給する回路を備え、第 1 の電源状態および第 2 の電源状態を有することを特徴とする電源と、
前記 CPU と回線通信する不揮発性記憶装置と、
前記 CPU と回線通信し、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、
前記 CPU と回線通信し、レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、
前記 CPU と回線通信し、事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記コンピュータ・システムの状態を正常動作状態とサスペンド状態の間で選択的に切り替える制御装置とからなり、

前記正常動作状態が、前記電源が前記第 1 の電源状態であり、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記 BIOS に応じて前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とし、

前記サスペンド状態が、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上に記憶され、前記電源が前記第 2 の電源状態であることを特徴とし、
前記正常動作状態と前記サスペンド状態の間で前記切替えが、前記制御装置が、前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記システム・メモリと前記システム・レジスタと前記不揮発性記憶装置の間でメモリ・データおよびレジスタ・データのコピーを行うことを備え、
前記電源が前記制御装置に応じて前記電源状態間で切り替わり、

前記正常動作状態と前記サスペンド状態の間の切替えがさらに、前記制御装置が、前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記電源に、それぞれ前記第 1 の電源状態と前記第 2 の電源状態の間で切り替わらせることを備えることを特徴とする前記コンピュータ・システム。

【請求項 2】 前記第 1 の電源状態が、前記電源がシステム電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに供給することを特徴とし、

前記第 2 の電源状態が、前記電源がシステム電力の前記外部電源から前記コンピュータ・システムへの供給を行わないことを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 3】 前記電源がさらに、前記コンピュータ・システムに補助電力を供給する二次回路を備え、

前記第 1 の電源状態が、前記電源がシステム電力および補助電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに提供することを特徴とし、

前記第 2 の電源状態が、前記電源がシステム電力の前記

外部電源から前記コンピュータ・システムへの供給を行わず、前記電源が補助電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに供給することを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 4】 前記不揮発性記憶装置が固定ディスク記憶装置であることを特徴とする請求項 1、2、または 3 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 5】 前記不揮発性記憶装置が電池付き読取り専用メモリであることを特徴とする、請求項 1、2、または 3 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 6】 さらに、事前選択された時間の後に満了するように設定された非活動サスペンド・タイマを備え、前記事前選択されたサスペンド事象が前記非活動サスペンド・タイマの満了を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 7】 さらに、前記 CPU と回線通信し、前記スイッチが押されることに応じて閉鎖事象を生成する瞬間プッシュボタン・スイッチを備え、

前記事前選択されたサスペンド事象が前記スイッチの閉鎖事象を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 8】 さらに、前記 CPU と回線通信し、前記スイッチが押されることに応じて閉鎖事象を生成する瞬間プッシュボタン・スイッチを備え、
さらに、第 1 のフラグ状態および第 2 のフラグ状態を備え、前記 CPU 上で実行するコードによって状態を処理することができる処理可能フラグを備え、

前記事前選択されたサスペンド事象のうち 1 つまたは複数が、前記フラグが前記第 1 のフラグ状態のときの前記スイッチの閉鎖事象を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のコンピュータ・システム。

【請求項 9】 BIOS を含み、オペレーティング・システムおよび適用業務プログラムを実行することができるコンピュータ・システムにおいて、

CPU と、
外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する電源と、
不揮発性記憶装置と、

メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、
レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、

前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記システム・メモリと前記システム・レジスタと前記不揮発性記憶装置の間でメモリ・データおよびレジスタ・データのコピーを行うことによって、前記電源がシステム電力を供給し、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記 BIOS に応じて前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とする正常動作状態と、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上

に記憶され、前記電源がシステム電力を供給しないことを特徴とするサスペンド状態との間で前記コンピュータ・システムの状態を選択的に切り替える制御装置とからなることを特徴とする前記コンピュータ・システム。

【請求項 10】不揮発性記憶装置と、

外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第 1 の電源状態および第 2 の電源状態を有することを特徴とする電源と、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、

事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記コンピュータ・システムの状態を正常動作状態とサスペンド状態の間で選択的に切り替える制御装置とを備え、

前記正常動作状態が、前記電源が前記第 1 の電源状態であり、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記 BIOS に応じて前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とし、

前記サスペンド状態が、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上に記憶され、前記電源が前記第 2 の電源状態であることを特徴とし、

前記制御装置が、前記正常動作状態から前記サスペンド状態への切替えに応じて、すべてのメモリ・データとすべてのレジスタ・データを、システムがサスペンド状態から正常動作状態に選択的に切り替えた後にコードの実行を継続するようにシステム・レジスタおよびシステム・メモリに再書き込みできるようにするフォーマットに準拠したフォーマットで前記システム・メモリおよび前記システム・レジスタに再書き込みできるフォーマットで、不揮発性記憶装置に書き込み、

次に、制御装置が前記電源に、前記第 1 の電源状態を前記第 2 の電源状態に切り替えさせることを特徴とする、コンピュータ・システムの状態を保存する方法。

【請求項 11】外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第 1 の電源状態および第 2 の電源状態を有することを特徴とする電源と、

不揮発性記憶装置と、

メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性レジスタとを備えたコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、

すべてのメモリ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、

すべてのレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、

次に、前記電源に、前記第 1 の電源状態から前記第 2 の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とするコンピュータ・システムの状態を保存する方法。

【請求項 12】外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第 1 の電源状態および第 2 の電源状態を有することを特徴とする電源と、

不揮発性記憶装置と、

メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性レジスタとからなるコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、

十分なメモリ・データと十分なレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記コンピュータ・システムを効果的に復元できるようにするステップと、

次に、前記電源に、前記第 1 の電源状態から前記第 2 の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする前記方法。

【請求項 13】さらに、

メモリ・データおよびレジスタ・データの一部またはすべての値を反転可能に修正するステップと、次に、

十分な反転可能に修正されたメモリ・データおよびレジスタ・データと、十分な残りの修正されていないメモリ・データおよびレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記コンピュータ・システムを効果的に復元できるようにするステップを備えることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第 1 の電源状態および第 2 の電源状態を有することを特徴とする電源と、

CPU レジスタ・データを記憶する CPU レジスタと、CPU キャッシュ・データを記憶する CPU キャッシュ・メモリを有する CPU と、

システム・データを記憶するシステム・メモリと、システム・キャッシュ・データを記憶するシステム・キャッシュ・メモリと、

ビデオ・データを記憶するビデオ・メモリと、ビデオ・レジスタ・データを記憶するビデオ・レジスタを有するビデオ・サブシステムと、

不揮発性記憶装置とを備えたコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、

事前選択されたサスペンド事象に応じて、CPU レジスタ・データ、CPU キャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、次に、前記電源に、前記第 1 の電源状態から前記第 2 の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする前記方法。

【請求項 15】CPU レジスタ・データ、CPU キャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データの値を反転可能に修正するステップと、

次に、反転可能に修正されたCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、

次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】CPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データの一部またはすべての値を反転可能に修正するステップと、

次に、十分な反転可能に修正されたCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データと、十分な残りの修正されていないCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記システムを効果的に復元するステップと、

次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、全般的に、コンピュータ・システム・アーキテクチャに関し、さらに詳細には、コンピュータ・システムの状態をサスペンドしレジュームする機能を有し、サスペンドされたシステム状態をシステム・ハード・ファイルに保存して電源がシステム電力を除去できるようにするデスクトップ・コンピュータ・システムに関する。

【0002】

【従来の技術】パーソナル・コンピュータ・システムは当技術分野では周知である。パーソナル・コンピュータ・システムは一般に、また、IBMパーソナル・コンピュータは特に、今日の近代社会の多数の分野にコンピュータの能力を提供するために幅広く使用されている。パーソナル・コンピュータは通常、デスク・トップ型、床置き型またはポータブル型のマイクロコンピュータと定義でき、単一の中央演算処理装置（CPU）、すべてのRAMやBIOS ROMを含む関連する揮発性および不揮発性メモリ、システム・モニタ、キーボード、1つまたは複数のフレキシブル・ディスク・ドライブ、固定ディスク記憶機構（「ハード・ドライブ」という）、いわゆる「マウス」ポインティング・デバイス、および任意選択的なプリンタから構成されている。これらのシステムの顕著な特性の1つは、マザーボードすなわちシステム

・プレーナを使用して、これらの構成要素を電氣的に相互接続することである。これらのシステムは主として、単一のユーザに独立したコンピューティング能力を提供するように設計され、個人や小企業が購入できるように低価格が付けられている。そのようなパーソナル・コンピュータ・システムの例は、IBMのPERSONAL COMPUTER ATやIBMのPERSONAL SYSTEM/1（IBM PS/1）である。

【0003】パーソナル・コンピュータ・システムは通常、ソフトウェアを実行して、ワード・プロセッシング、スプレッド・シートによるデータの処理、データベース中のデータの収集および比較、グラフィックスの表示、システム設計ソフトウェアを使用した電氣的または機械的システムの設計などのいろいろな活動を行うために使用される。

【0004】IBM PS/1およびPS/2は、単一の場所で使用するように設計されたデスクトップ・コンピュータである。たとえば、今日の社会では、多数の個人が、自分の机や、コンピュータ援用タスク専用の部屋にデスクトップ・コンピュータを有する。デスクトップ・コンピュータは通常、ある場所でセットアップされ、それ以後は移動せずに1人または多数のユーザによって使用される。

【0005】デスクトップ・システムは、ネットワーク化コンピュータ・システムと非ネットワーク化コンピュータ・システムに分類することができる。ネットワーク化コンピュータ・システムは、より大規模なコンピュータ・システムの一部であり、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）または広域ネットワーク（WAN）を介して他のコンピュータやサーバと接続される。そのようなネットワークは、特殊なインタフェースおよびプロトコルを使用して、コンピュータがデータとプログラムを効率的に共用できるようにする。企業で使用されるデスクトップ・コンピュータ・システムは通常、ネットワーク化コンピュータ・システムである。一方、非ネットワーク化コンピュータは、他のどのコンピュータにも接続されない。1台のコンピュータから他のコンピュータへのデータ転送は、ある場所にあるコンピュータでフレキシブル・ディスクにデータを書き込み、他の場所にあるコンピュータでデータを読み取ることによって行われる。家庭で使用されるデスクトップ・コンピュータは通常、非ネットワーク化コンピュータである。

【0006】単一の場所に置いたままにするよう設計されたデスクトップ・コンピュータと異なり、IBMのPS/2 L40 Think Padなどの、寸法に応じて「ラップトップ・コンピュータ」または「ノートブック・コンピュータ」ともいわれるポータブル・コンピュータは、ユーザが持ち運び、任意の場所で使用するように設計されている。たとえば、セールスマンは、自分の机でノートブック・コンピュータを使用して、予想売上に関する報告書を作成することができる。セールスマンが、机での作業

中に会議に呼び出された場合は、現行のタスクをサスペンドし、ノートブック・コンピュータを持ち上げ、会議に持っていくことができる。会議の席上では、コンピュータを取り出し、ソフトウェアの実行をレジュームし、会議中にメモを取ったり、情報を呼び出したりすることができる。他の例として、学生が、授業が始まるまで家庭で学期末リポートを作成し、授業の時間になったら、ノートブック・コンピュータを教室に持ち込んでメモを取ることが可能である。

【0007】ポータブル・コンピュータは通常、非ネットワーク化コンピュータである。ただし、一部のユーザは、ポータブル・コンピュータを事務所で使用する際に、事務所のLANに接続する。

【0008】ポータブル・コンピュータは、多数の点でデスクトップ・コンピュータと異なる。ポータブル・コンピュータは通常、再充電可能電池によって駆動される。ユーザは、壁コンセントからの電気を使用して電池を充電し、電池の再充電が必要になるまでコンピュータを使用し、必要になった時点で再充電を行う。電池を再充電している間、ポータブル・コンピュータを移動することはできない。すなわち、コンピュータの移動は、電源コードの長さによって制限される。したがって、充電される電池を有するコンピュータは、事実上、電池を十分に充電するまで可搬性を失う。懐中電灯やその他の電力装置と同様に、ポータブル・コンピュータが多量の電力を消費すればするほど、電池の再充電が必要となる前にユーザがポータブル・コンピュータを使用できる時間は短くなる。したがって、電力消費量は、ユーザがポータブル・コンピュータを購入する際に検討する因子であり、言うまでもなく、ポータブル・コンピュータ業界の大きな問題である。ゆえに、コンピュータ業界は、より少ない電力を使用するポータブル・コンピュータの設計に長い時間と多額の金を費やしている。

【0009】しかし、低電力を使用すると、他の要因との折合いの問題が生じる。すなわち、低電力コンピュータは、より高価な低電力構成要素を使用し、これらは高速な高電力構成要素ほど迅速にコンピュータ・コマンドを実行することができないが、さらに、ポータブル・システムは、より高価な構成要素を使用するだけでなく、通常、より複雑な設計を使用し、それによってポータブル・コンピュータ・システムのコストが増大する。

【0010】これに対して、デスクトップ・コンピュータは通常、壁コンセントからの電気を使用して駆動される。すなわち、デスクトップ・コンピュータは、電圧の下がる電池を有していない（実時間クロックをバックアップするために使用される非常に小形の電池を除く。この電池は、再充電なしで何年も使用することができる）。したがって、デスクトップ・コンピュータは、より高速、高出力で、より廉価な構成要素を使用することができる。要するに、ポータブル・コンピュータが使用

する電力はデスクトップ・コンピュータよりも少ないが、そのコンピューティング能力は通常、より多くの電力を使用するデスクトップ・コンピュータほど高くはない。

【0011】省エネルギーを考えている今日の社会では、デスクトップ・コンピュータの電源を入れたままにしておくことに対して、簡単な代替方法が存在している。1つの代替方法は、ポータブル・コンピュータで見出された技術である。ポータブル・コンピュータを一定期間の間、通常、数分間の間遊休状態にしておいた場合、コンピュータは自動的に、固定ディスク記憶装置内の固定ディスクの回転を停止し、コンピュータのディスプレイの表示を停止する。これらの動作は共に、電力を節約する。

【0012】ポータブル・コンピュータはまた、電池の電力を節約する他のより複雑な方法を有している。システムを所与の期間の間遊休状態にしておいた場合、一部のポータブル・コンピュータ設計は、構成要素を、データを失わずに復元することができるような態様で停止し始める。ポータブル・コンピュータは、メモリが失われないようにするために、CPUやその他の回路への電力なしでメモリへの電力を維持する特殊な電池回路を有する。この特殊な電池回路は、プリント回路板のコストと複雑性を増大すると共に、システムの構成要素の数を増やす。サスペンド（中断）／レジューム（再開）機能を実施する他の方法は、“SL”ファミリーと呼ばれる特殊なプロセッサ・ファミリーのメンバであるCPUを使用することである。SL CPUは、特殊な設計をもつと共に、設計者が電池電力節約機能を容易に実施できるようにする特殊コマンドを有する。しかし、SLファミリーはより高価であり、SLファミリーのプロセッサは通常、標準プロセッサほどコンピューティング能力が高くない。また、ポータブル・コンピュータは通常、典型的なコンピュータ・システムに見られる複数の待込み専用レジスタを保存する高価な「シャドウ」レジスタを有する。そのような特殊機能はプリント回路板設計の複雑さとコストを増大すると共に、コンピュータ・システム構成要素の数を増やす。さらに、一般に、非SL 80386または80486の状態を保存することは不可能であると考えられている。

【0013】ポータブル・コンピュータとデスクトップ・コンピュータの多数の違いのために、消費者は、ラップトップおよびノートブック・コンピュータをデスクトップ・コンピュータよりも高価なものとしてみている。消費者は、デスクトップ・コンピュータを、コンピューティング能力が非常に高いが、極めて安価なものとしてみている。したがって、ポータブル・コンピュータで使われる高価で複雑な技術を使用してサスペンド／レジューム方式を実施するデスクトップ・コンピュータは、デスクトップ市場では高価すぎて販売することができない。よって、デスクトップ設計で電力節約を実施する場

合は通常、既存の構成要素を使用し、あるいは少なくとも、デスクトップ・システムで使用されている標準構成要素と同程度の能力のより新しい構成要素を使用している。

【0014】さらに、ネットワーク化デスクトップ・システムと非ネットワーク化デスクトップ・システムとでは要件が異なっている。LANプロトコルの中には、コンピュータ・システム内のLANハードウェアに電源を投入したままにしておくことを必要とするものがある。電力が供給されないと、ネットワークが障害を起こす。非ネットワーク化デスクトップ・システムがLANハードウェアを有していないのは明らかであるから、LANの故障は非ネットワーク化システムにとって問題にならない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】したがって、ポータブル・システムと同様な、またはそれよりも高度な電源管理機能をデスクトップ・コンピュータ・システムに提供することが望ましいと考えられている。

【0016】また、同様な機能をもつポータブル・コンピュータ・システムで使用されるより複雑な設計と高価な構成要素を使用せずに、電源管理機能をもつデスクトップ・システムを提供することが望ましいと考えられている。

【0017】また、同様な機能をもつポータブル・コンピュータ・システムで使用されるより複雑な設計と高価な構成要素を使用せずに、非SL 80386または80486の状態を保存することが望ましいと考えられている。

【0018】EPA（米国環境保護庁）は、エネルギー効率のよいコンピュータに対する指針を発表している。EPAは、「グリーン」、すなわちエネルギー効率が高いとみなされることを希望するコンピュータ・システムに関するEPAエネルギー・スター要件を制定した。コンピュータが30W未満の電力を消費するモードを有し、あるいはモニタが30W未満の電力を消費し、あるいはコンピュータとモニタの両方がそれぞれ、30W未満の電力を消費する場合、コンピュータに「EPAエネルギー・スター」ラベルを付けることができる。個々の製造業者とのEPAの「合意の覚書」は、電力要件を記載している。デスクトップ・コンピュータは通常、これらの機能を備えた設計になっていない。

【0019】したがって、「グリーン」規格を満たすデスクトップ・コンピュータを提供することが好ましい。

【0020】また、エネルギー節約型コンピュータの設計時にコンピュータ・システムをネットワーク化デスクトップ・コンピュータとするか、非ネットワーク化デスクトップ・コンピュータとするかを考慮することが望ましい。

【0021】コンピュータはオンになると、通常、「ブート」プロセスを実行する。コンピュータはブート時

に、まず電源投入時自己診断（POST）を実行する。この診断は、コンピュータが正常に機能していることを確認する様々な試験の実行を含んでいる。コンピュータはPOSTを実行した後、通常、IBMのPC-DOSなどのオペレーティング・システム（OS）をロードする。多くのコンピュータは、OSをロードした後、マイクロソフト（Microsoft）社のウィンドウズ（Windows）などのグラフィック・ユーザ・インタフェース（GUI）をロードする。次に、ユーザは適用業務ソフトウェアをオープンして、作業ファイルをロードしなければならない。このプロセス全体は、かなり長時間を要し、場合によっては最大で数分間かかる。

【0022】数分間が長時間とは思えないが、コンピュータ・システムがブートし、OSをロードし、GUIをロードし、適用業務をロードするのを待つユーザにとって、この時間は、非生産的でじれったいものであり、コンピュータをオフにして電力を節約することをきわめて不便なものとし、ユーザが電力を節約するのを事実上妨げるものとなる。すなわち、そのような使用可能度上の欠点によって、手動電源管理方式が非実際的なものになる。

【0023】したがって、使用可能度上の重大な欠点のない電源管理機能をデスクトップ・コンピュータ・システムに提供することが望ましい。すなわち、電力節約モードを有しており、受け入れられる長さの時間でレジュームすることができ、かついかなる場合でも、コンピュータ・システムを再起動するのにかかるよりも短い時間でレジュームすることのできるコンピュータ・システムを提供するのが望ましい。

【0024】ユーザはデスクトップ・コンピュータを、該コンピュータ上で適用業務を実行している間、遊休状態にしておくことがある。たとえば、ユーザがワード・プロセッシング・プログラムとスプレッドシート・プログラムを同時に使用して、売上報告書を作成中に電話がなったり、あるいは机から離れたところへ呼び出された場合、コンピュータはそのまま適用業務を実行し続けることになる。任意の効果的な電源管理実施態様によって、電力を節約し、同時に、たとえば、コンピュータが適用業務の途中で電源をオフにした場合に、ユーザがデータを失うのを防ぐことができるようにする必要がある。さらに、現行のソフトウェア適用業務は、サスペンドされた位置からレジュームできるような態様でその状態を自動的に保存することはない。

【0025】したがって、システム上で適用業務を実行している間に電力節約モードに入ることができるコンピュータ・システムを提供することが望ましい。さらに、そのような電力節約モードを適用業務ソフトウェアに対して透過的にすることが望ましい。

【0026】デスクトップ・コンピュータのユーザに、コンピュータがしばらくの間必要でなくなることが分か

っている場合がある。ユーザがコンピュータを手動で電力節約モードに入らせ、コンピュータが、電力節約モードに入ってもいいだけの期間遊休状態であったと判断するまでに使う電力を節約できるようにすることが望ましい。

【0027】したがって、ユーザが、最初に適用業務を終了しておかなくても、デスクトップ・コンピュータを手動で電力節約モードに入らせることができるようにし、かつコンピュータをオフにしなかった場合と同様に適用業務の使用をレジュームできることが望ましい。

【0028】典型的なポータブル・コンピュータは、コンピュータの電源を制御するスイッチと、サスペンド／レジューム機能を実施する別のスイッチとを有する。これはユーザに混同させるものであり、ポータブル・コンピュータのコストと複雑度が増大する。したがって、複数のボタンを使用せずに前記の電源節約機能をデスクトップ・コンピュータ・システムに提供することが望ましい。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、サスペンド・プロセス時に、コンピュータ・システムの状態がシステム・ハード・ドライブに保存される。また、電源によるシステム電力の調整は、CPU制御の下に置かれる。

【0030】システムの状態は、まず、CPU上で現在実行中のコードに割り込むことによって保存される。次に、システムの状態が確認される。次に、コンピュータ・システムの状態がシステム・ハード・ドライブに書き込まれる。コンピュータ・システムの状態がシステム・ハード・ドライブに安全に保存された後、CPUは電源に、調整されたシステム電力の提供を停止させる。しかし、システム電力がなくなっても、ハード・ドライブ上に記憶された保存されたシステム・データは影響を受けない。なぜなら、データは、ハード・ドライブに書き込まれると、ほぼ永久的に記憶されるからである。

【0031】コンピュータ・システムの状態は、数時間、数日、数か月、または、場合によっては数年の間ハード・ドライブに記憶されたままにすることができる。

【0032】コンピュータ・システム状態の復元は、まず、電源に、調整されたシステム電力をもう1度与えさせることによって行われる。すると、コンピュータ・システムの状態がハード・ドライブから読み取られ、値が適切な場所にロードされる。たとえば、レジスタ・データはレジスタに、ビデオ・イメージ・データはビデオ・メモリに、CPUレジスタ・データはCPUに書き戻される。次に、オペレーティング・システムによってあらゆる古いシステム値が更新される。たとえば、システム・クロックは、丁度良い時間にセットしなければならない。最後に、システムが割り込まれたときにCPUで実行していたコードが、サスペンド／レジューム・プロセス

スによる影響をほとんど受けないようにレジュームされる。

【0033】サスペンドとレジュームが非常に高速なので、ハード・ディスクへのサスペンドおよびレジューム・プロセスは、かなりの時間を節約すると考えられる。8メガバイトのシステムRAMと1メガバイトのビデオ・メモリを備えたシステムをサスペンドするのに約8秒かかり、同じシステムをレジュームするには約15秒しかかからない。同じシステムが、BIOSからブートし、オペレーティング・システムをロードし、グラフィカル・ユーザ・インタフェースをロードし、あらゆる適用業務プログラムをロードし、あらゆる適用業務ファイルをオープンするには約100秒かかる。時間が節約されることは明らかである。

【0034】さらに、ユーザがシステム上で多数の適用業務（ワード・プロセッシング適用業務、スプレッドシート適用業務、データベース適用業務、テレファックス適用業務、カレンダー適用業務など）を同時に実行し、いわゆる「複雑なデスクトップ」を形成している場合、時間の節約ははるかに大きいものになる。本発明のサスペンド／レジューム機能がないと、同じ「複雑なデスクトップ」を再ロードするのに数分かかる場合がある。サスペンド／レジュームがあると、システムは、デスクトップがどれほど「複雑」であろうとも、約8秒でサスペンドし、15秒でレジュームする。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、コンピュータ・システムは、正常動作状態、スタンバイ状態、サスペンド状態、およびオフ状態という4つの状態をもつように設計される。

【0036】本発明のコンピュータ・システムの正常（normal）動作状態は、典型的なデスクトップ・コンピュータの正常動作状態とほとんど同じである。ユーザは適用業務を使用することができ、基本的に、このコンピュータを任意の他のコンピュータと同様に扱うことができる。1つの違いは、電源管理ドライバの存在である。電源管理ドライバはバックグラウンドで動作し（BIOSおよびオペレーティング・システムでは）、ユーザに透過的である。オペレーティング・システム（OS）中の電源管理ドライバの部分は、インテル（Intel）社およびマイクロソフト社によって書かれたAPM拡張プログラミング・インタフェースである。このインタフェースは現在、インテル社の80X86プロセッサ・ファミリ上で動作するように書かれた大部分のオペレーティング・システムに存在する。BIOS（APM BIOS）中の電源管理ドライバの部分は、本発明に固有であり、APM OSドライバと通信する。APM OSドライバとAPM BIOSルーチンは共に、コンピュータの、他の3つの状態に対する遷移を制御する。

【0037】第2の状態であるスタンバイ（standby）

状態は、正常動作状態よりも少ない電力を使用するが、適用業務を、スタンバイ状態でない場合と同様に実行し続ける。一般に、スタンバイ状態では、装置をそれぞれの低出力モードにすることによって電力が節約される。たとえば、スタンバイ状態では、ハード・ドライブ内の固定ディスクの回転を停止して、ビデオ信号の発生を停止することによって電力が節約される。

【0038】第3の状態はサスペンド(suspend)状態である。サスペンド状態では、コンピュータ・システムが消費する電力は極めて少量である。サスペンドされたコンピュータは、壁コンセントからの電力をごく少量消費する。消費される唯一の電力は、コンピュータ・システム内部の電池からの、スイッチ回路を維持するためのわずかな電力(システムが壁コンセントに差し込まれていない場合)、または電源によって生成されるわずかな電力である(システムが壁コンセントに差し込まれている場合)。

【0039】このような少量の電力使用は、電源を「オフ」にする前にコンピュータ・システムの状態を固定ディスク記憶装置(ハード・ディスク)に保存することによって行われる。コンピュータ・システムは、サスペンド状態に入るために、実行中のコードに割り込み、コンピュータの制御を電源管理ドライバに転送する。電源管理ドライバは、コンピュータ・システムの状態を確認し、該状態を固定ディスク記憶装置に書き込む。CPUレジスタ、CPUキャッシュ、システム・メモリ、システム・キャッシュ、ビデオ・レジスタ、ビデオ・メモリ、およびその他の装置のレジスタの状態はすべて、固定ディスクに書き込まれる。システムの状態全体は、割り込みによって適用業務や他の実行中のコードが影響を受けずに復元できるように保存される。コンピュータは次に、システムがサスペンドされたことを示すデータを不揮発性CMOSメモリに書き込む。最後に、コンピュータは電源に電力の生成を停止させる。コンピュータの状態全体は、固定ディスク記憶装置に安全に保存され、システム電源は現在「オフ」であり、コンピュータは現在、わずかな調整された電力を電源から受け取り、スイッチ回路に供給している。

【0040】サスペンド状態は、悪影響を被らずにすべてのシステム電力を除去させることができるコンピュータ・システムに理想的である。電源がオフになった状態から回復することができる非ネットワーク化コンピュータおよびネットワーク化コンピュータは通常、サスペンドされる。

【0041】第4の、そして最後の状態はオフ状態である。この状態では、電源が、コンピュータ・システムへの調整された電力の提供を停止するが、コンピュータ・システムの状態は固定ディスクに保存されていない。オフ状態は、通常の方法でオフにされた典型的なデスクトップ・コンピュータとほとんど同じである。

【0042】状態間の切替えは、電源管理ドライバによって処理され、通常、単一のスイッチの開閉イベント、フラグ、および2つのタイマ、すなわち非活動タイマおよび非活動サスペンド・タイマに基づいて行われる。両方のタイマは共に、キーボード上でキーを押すこと、マウスの移動、マウス・ボタンを押すこと、ハード・ファイル活動などのユーザ活動がないときにカウントする。非活動スタンバイ・タイマが満了すると、システムは、前述のようにスタンバイ状態に入る。非活動サスペンド・タイマが満了すると、システムは、前述のようにサスペンド状態に入る。

【0043】通常、非活動サスペンド・タイマは非活動スタンバイ・タイマよりも長い期間に設定される。したがって、コンピュータは通常、まず、正常動作状態からスタンバイ状態に変わる。次に、コンピュータは、別の非活動期間の後に、サスペンド状態に入る。サスペンド状態を許容することができないネットワーク化システムのユーザは、非活動サスペンド・タイマを選択的にサスペンド禁止に設定することができる。

【0044】どのユーザ活動でも両方の非活動タイマが共にリセットされ、それによって、ユーザがシステムを操作している間にコンピュータがスタンバイ状態またはサスペンド状態に入ることが防がれる。

【0045】システムがスタンバイ状態であり、かつユーザがマウスを移動し、またはキーボード上のキーに触れると、システムはスタンバイ状態を抜け出し、正常動作状態に変わる。こうする際に、ビデオ・ドライバは再びビデオ信号の生成を開始し、固定ディスクは再び回転を開始する。しかし、システムがサスペンド状態であり、ユーザがマウスを移動し、またはキーボード上のキーに触れると、システムは自動的に、正常動作状態に変わる。

【0046】システムは単一の電源ボタンを有している。このボタンを使用して、コンピュータ・システムをオンにし、システムの状態をサスペンドし、システムの状態を復元し、システムをオフにすることができる。コンピュータが正常動作状態またはスタンバイ状態であり、かつユーザがボタンを押した場合には、コンピュータは、フラグの値に応じて、サスペンド状態またはオフ状態に変わる。ボタンが押された時に、システムをサスペンドすべきであることをフラグが示すと、システムはサスペンドを開始し、最終的にサスペンド状態に入る。ボタンが押された時に、システムをオフにするだけであることをフラグが示すと、コンピュータはオフ状態に入るだけである。フラグは、ユーザが制御することができる。すなわち、ユーザは、正常動作状態の間にボタンを押すとシステムがサスペンドされるか、オフにされるかを決定することができる。また、オペレーティング・システム上に電源管理ドライバがないとき、スイッチは電源用の単純なオン/オフ・スイッチとして機能する。

【0047】コンピュータ・システムがオフ状態であり、電源ボタンが押された場合には、システムは通常どおり始動する。コンピュータ・システムがサスペンド状態であり、電源ボタンが押された場合には、オペレータに、通常どおりシステムを始動するか、システムを、サスペンドされた時の状態に復元するかの選択肢が与えられる。明らかに、ユーザは、適用業務の使用中にシステムをサスペンドした場合、コンピュータ・システムの状態を復元したいとは考えない。しかし、ユーザが何らかの理由でコンピュータを新たに始動し、サスペンド・システム状態をなくしたい場合には、オプションが存在する。

【0048】システムは、サスペンド状態から正常動作状態に変わる際に、適用業務が割込みによって影響を受けないようにコンピュータ・システムの状態を復元する必要がある。CPUレジスタ、CPUキャッシュ、システム・メモリ、システム・キャッシュ、ビデオ・レジスタ、およびビデオ・メモリの状態はすべて、固定ディスクから読み取る必要がある。システムの状態全体は、適用業務が割り込まれた位置から開始できるように復元する必要がある。

【0049】サスペンド／レジュームを使用すると、単にシステムをオフにして電力を節約し、システムをオンに戻すことに比べて、はるかに時間を節約することができる。

【0050】さらに、スタンバイ・レベルとサスペンド・レベルは共に、「グリーン」コンピュータ・システムについてのEPAエネルギー・スター要件を満たす。

【0051】本発明のこれらおよびその他の利点は、本発明の詳細な説明から、より明らかになる。

【0052】

【実施例】以下に、本発明を、その好ましい実施例が示された添付の図面を参照して詳細に説明するが、以下の説明を始めるにあたって、当業者は、本明細書に記載された発明を改変しても、本発明の好ましい結果を達成することができる点に留意されたい。したがって、以下の説明は、当業者に対する広範囲な教示的開示と解釈すべきであり、本発明に対する制限と解釈すべきではない。本発明は、コンピュータ・アーキテクチャ設計、デジタル設計、BIOS設計、プロテクト・モード80486コード設計、適用業務コード設計、オペレーティング・システム・コード設計、およびAPM拡張プログラミング・インタフェース使用法を制限なしに含む、コンピュータ・システムの設計全般を扱っている。本出願は、コンピュータ・システム設計のあらゆる態様を熟知している者を対象として書かれている。

【0053】次に、添付の図面をより詳細に参照すると、本発明を実施するマイクロコンピュータ・システムが示され、全体的に10に示されている(図1)。前述のように、コンピュータ・システム10は、関連するモ

ニタ11、キーボード12、マウス13、プリンタまたはプロッタ14を有することができる。コンピュータ10は装飾外部部材16(図2)及び内部遮蔽部材18によって形成されたカバー15を有しており、外部部材及び内部部材はデジタル・データの処理及び記憶を行うための電動データ処理及び記憶構成要素を受け入れるための密閉された遮蔽容積を画定する際にシャシ19と協働する。これらの構成要素の少なくとも一部は、シャシ19上に取り付けられた多層プレーナ20すなわちマザーボード上に取り付けられ、上記の構成要素、ならびにフロッピー・ディスク・ドライブ、様々な形式の直接アクセス記憶装置、アクセサリ・カードまたはボードなどの他の関連要素を含むコンピュータ・システム10の構成要素を電気的に相互接続する手段を提供する。以下に詳細に指摘するように、プレーナ20には、入出力信号をマイクロコンピュータの作動構成要素に行き来させるための装置が設けられている。

【0054】コンピュータ・システムは、電源17および電源ボタン21を有している。電源ボタン21は以下で、スイッチ21とも呼ぶ。以下に説明するように、電源ボタン21は、典型的なシステムの通常の電源スイッチと異なり、無調整の回線電力と電源17の間の切替えを行わない。シャシ19は、22に示されたベースと、24に示されたフロント・パネルと、25に示されたリア・パネルを有する(図2)。フロント・パネル24は、磁気または光ディスク用のディスク・ドライブ、テープ・バックアップ・ドライブなどのデータ記憶装置を受け入れ少なくとも1つのオープン・ベイ(図示された形式では、4つのベイ)を形成する。図示された形式では、1対の上部ベイ26、28と1対の下部ベイ29、30が設けられている。一方の上部ベイ26は、第1の寸法の周辺ドライブ(3.5インチ・ドライブといわれるもの)を受け入れるようになされ、他方の上部ベイ28は、2つのサイズ(3.5インチおよび5.25インチなど)のうち選択された一方のドライブを受け入れるようになされており、下部ベイは、1つのサイズだけ(3.5インチ)のドライブを受け入れるようになされている。1つのフロッピー・ディスク・ドライブが、図1の27で示されており、挿入されたディスクを受け入れると共に、ディスクを使用して周知の方法でデータを受信し、記憶し、転送することができる取外し可能媒体直接アクセス記憶装置である。1つのハード・ディスク・ドライブが、31で示されており、周知の方法でデータを記憶し、転送することができる固定媒体直接アクセス記憶装置である。

【0055】前記の構造を本発明に関連付ける前に、パーソナル・コンピュータ・システム10の一般的な動作を要約しておくことが有用である。図3を参照すると、プレーナ20上に取り付けられた構成要素と、プレーナ20とパーソナル・コンピュータ・システムの入出力スロ

トおよびその他のハードウェアとの接続を含む、本発明に従ったコンピュータ・システム 10 などのコンピュータ・システムの様々な構成要素を示すパーソナル・コンピュータのブロック図が示されている。プレーナ 20 には、本明細書では CPU 40 とも呼ばれ、マイクロプロセッサから構成されたシステム・プロセッサ 40 が接続されている。システム・プロセッサ 40 は高速ローカル・バス 42 によってメモリ制御ユニット 46 を介して接続されており、メモリ制御ユニット 46 はさらに揮発性ランダム・アクセス・メモリ (RAM) 53 に接続されている。メモリ制御ユニット 46 はメモリ制御装置 48、アドレス・マルチプレクサ 50、およびデータ・バッファ 52 から構成される。メモリ制御ユニット 46 はさらに、4つの RAM モジュール 54 によって代表されるランダム・アクセス・メモリ 53 に接続されている。メモリ制御装置 48 は、マイクロプロセッサ 40 との間でやり取りされるアドレスを RAM 53 の特定の領域にマッピングする論理機構を含む。この論理機構は、前に BIOS によって占有されていた RAM を再利用するために使用される。メモリ制御装置 48 によってさらに、ROM 88 を使用可能または使用不能にするために使用される ROM select 信号 (ROMSEL) が生成される。システム・プロセッサ 40 には任意の適切なマイクロプロセッサを使用することができるが、1つの適切なマイクロプロセッサは、インテル社が販売している 80486 である。Intel 80486 は内部キャッシュを有し、したがって Intel 80486 であるとの CPU 40 も、CPU キャッシュ 41 を有する。

【0056】以下に、本発明を、特に図 3 のシステム・ブロック図を参照して説明するが、以下の説明を始めるにあたって、本発明による装置および方法はプレーナの他のハードウェア構成に使用できることに留意されたい。たとえば、システム・プロセッサ 40 は、Intel 80286 または 80386 マイクロプロセッサとすることができる。80286 または 80386 または 80486 の参照を本明細書で使用するときは一般に、インテル社から入手したマイクロプロセッサを所期している。しかし、最近、他の製造業者が、Intel X86 アーキテクチャの命令セットを実行することができるマイクロプロセッサを開発しており、前述の用語を使用するときは、その命令セットを実行できる任意のマイクロプロセッサを含めることを所期している。当業者には周知のように、初期のパーソナル・コンピュータは通常、当時広く使用されていた Intel 8088 または 8086 マイクロプロセッサをシステム・プロセッサとして使用していた。これらのプロセッサは、1 メガバイトのメモリにアドレスする能力を有している。より最近では、パーソナル・コンピュータは通常、低速の 8086 マイクロプロセッサをエミュレートする仮想またはリアル・モード、または一部のモデルについてアドレス範囲を 1 メガバイトから 4 メガバイトに拡張するプロテクト

・モードで動作することができる高速な Intel 80286、80386、および 80486 マイクロプロセッサを使用している。本質的に、80286、80386、80486 プロセッサのリアル・モード機能は、8086 および 8088 マイクロプロセッサ用に書かれたソフトウェアとの互換性を提供する。前述のインテル・ファミリのプロセッサは、“486”のように、フル・タイプ指示子の最後の 3 桁だけの 3 桁参照符号によって識別されることが多い。

【0057】次に、図 3 を参照する。CPU ローカル・バス 42 (データ、アドレス、および制御構成要素を備えた) は、マイクロプロセッサ 40、数値計算補助プロセッサ 44、ビデオ制御装置 56、システム・キャッシュ・メモリ 60、およびキャッシュ制御装置 62 を接続するために設けられている。ビデオ制御装置 56 には、モニタ (またはビデオ表示端末) 57 およびビデオ・メモリ 58 が関連付けられている。CPU ローカル・バス 42 上にはバッファ 64 も結合されている。バッファ 64 自体は、低速な (CPU ローカル・バス 42 と比較して) システム・バス 66 に接続され、やはりアドレス、データ、および制御構成要素を備えている。システム・バス 66 は、バッファ 64 と次のバッファ 68 の間を伸びている。システム・バス 66 はさらに、バス制御およびタイミング装置 70 と、DMA 装置 71 に接続されている。DMA 装置 71 は、中央アービタ 82 および DMA 制御装置 72 から構成される。追加バッファ 74 は、システム・バスと、業界標準アーキテクチャ (ISA) バス 76 などの選択機構バスとの間のインタフェースを提供する。バス 76 には、ISA アダプタ・カード (図示せず) を受け入れる複数の入出力スロット 78 が接続されている。ISA アダプタ・カードは、入出力スロット 78 に差込み式に接続され、システム 10 用の追加入出力装置またはメモリを提供することができる。

【0058】アービトレーション制御バス 80 は、DMA 制御装置 72 および中央アービタ 82 を入出力スロット 78、ディスク・アダプタ 84、および IDE 固定ディスク制御装置 86 に結合する。

【0059】コンピュータ・システム 10 を基本 4 メガバイト RAM モジュール 53 と共に示しているが、任意に選択された高密度メモリ・モジュール 54 を追加することによって、図 3 に表されたように追加メモリを相互接続できることに留意されたい。本発明を、例示のためだけに、基本 4 メガバイト・メモリ・モジュールを参照して説明する。

【0060】ラッチ・バッファ 68 は、システム・バス 66 とプレーナ入出力バス 90 の間に結合されている。プレーナ入出力バス 90 は、アドレス、データ、および制御構成要素をそれぞれ含む。プレーナ入出力バス 90 に沿って、ディスク・アダプタ 84、IDE ディスク・アダプタ 86、割込み制御装置 92、RS-232 アダプタ 94、本明細書では NVRAM と呼ぶ不揮発性 CMOS RAM

96、CMOS実時間クロック98、並列アダプタ100、複数のタイマ102、読取り専用メモリ（ROM）88、8042 104、電源管理回路106などの様々な入出力アダプタやその他の構成要素が結合されている。104で示された8042は、キーボード12およびマウス13と相互接続するスレーブ・マイクロプロセッサである。電源管理回路106を、図6に示し、図6および図7に関連する本文でさらに詳細に説明している。読取り専用メモリ88は、マイクロプロセッサ40の入出力装置とオペレーティング・システムの間を相互接続するために使用されるBIOSを含む。ROM 88中に記憶されたBIOSをRAM 53にコピーして、BIOSの実行時間を削減することができる。ROM 88はさらに、メモリ制御装置48に応答する（ROMSEL信号を介して）。メモリ制御装置48によってROM 88を使用可能にすると、ROMからBIOSが実行される。メモリ制御装置48によってROM 88を使用不能にすると、ROMはマイクロプロセッサ40からのアドレス照会に応答しなくなる（すなわち、BIOSはRAMから実行される）。

【0061】実時間クロック98は、時刻計算に使用され、NVRAM 96はシステム構成データを記憶するために使用される。すなわち、NVRAM 96は、システムの現在の構成を記述している値を含む。たとえば、NVRAM 96は、固定ディスクまたはディスクットの容量、表示の種類、メモリの量、時間、日付などを記述した情報を含む。特に重要なのは、メモリ制御装置48が、BIOSがROMまたはRAMを使い尽くしているか否かと、BIOS RAMが使用することを所期されたRAMを再利用するか否かを決定するために使うデータ（1ビットとすることができる）をNVRAM 96が含むことである。さらに、これらのデータは、構成設定（SET Configuration）などの特殊な構成プログラムを実行すると、NVRAMに記憶される。構成設定プログラムの目的は、システムの構成を特徴付ける値をNVRAMに記憶することである。

【0062】前記のほとんどすべての装置は、揮発性レジスタを備えている。図面が雑然とするのを防ぐために、装置には特定の装置のレジスタを参照する。たとえば、CPUレジスタは、CPU 40レジスタとして参照し、ビデオ制御装置レジスタは、ビデオ制御装置56レジスタとして参照している。

【0063】前述のように、コンピュータは、マイクロコンピュータの上述の構成要素を収納するための密閉された遮蔽容積を形成する際にシャシ19と協働する、全体的に15に示されたカバーを有する。カバー15は、成形可能な合成材料から成る単体成形構成要素である外側装飾カバー部材16と、装飾カバー部材の構成に適合するように形成された金属薄板ライナ18とで形成することが好ましい。しかし、カバーは他の周知の方法で製造することができ、本発明の効用は、説明した種類の筐体に限定されない。

【0064】動作の状態

図4を参照すると、本発明のコンピュータ・システムの状態図が示されている。本発明のコンピュータ・システム10は、正常動作状態150、スタンバイ状態152、サスペンド状態154、およびオフ状態156という4つの状態を有する。図4に示された状態間の遷移は、好ましい実施例を説明することを目的とするものであるが、限定的なものではない。したがって、追加事象を使用して、状態変位を発生させることも可能である。

【0065】本発明のコンピュータ・システム10の正常動作状態150は、典型的なデスクトップ・コンピュータの正常動作状態とほとんど同じである。ユーザは適用業務を使用することができ、基本的に、このコンピュータを任意の他のコンピュータと同様に扱うことができる。ユーザに透過的な1つの違いは、バックグラウンドで動作する、オペレーティング・システム中の電源管理ドライバ（「APM OSドライバ」）と様々なAPM BIOSルーチンの存在である。APM BIOSルーチンは、以下で検討されるもので、サスペンド・ルーチン、レジューム・ルーチン、Boot-Upルーチン、Supervisorルーチン、Save CPU Stateルーチン、Restore CPU Stateルーチンを含む。どの図にも示されていない1つのAPM BIOSルーチンは、APM BIOS Routingルーチンである。APM BIOS Routingルーチンは本質的に、APM OSドライバからのコマンドを受け入れ、適切なAPM BIOSルーチンを呼び出す。たとえば、APM OSドライバがサスペンド・コマンドを発行すると、APM BIOS Routingルーチンがサスペンド・ルーチンを呼び出す。他の例として、APM OSドライバがGetEventコマンドを発行すると、APM BIOS RoutingルーチンがSupervisorルーチンを呼び出す。これらのルーチンは、BIOS中に配置されており、BIOSがシャドーイングされる際にシャドーイングされる。OS中の電源管理ドライバと、APM BIOSルーチンは、4つの状態間のコンピュータの遷移を制御する。用語「APM」の参照自体は一般に、APM OSドライバの参照である。ただし、文脈によって異なるものを指す場合もある。

【0066】第2の状態であるスタンバイ状態152は、正常動作状態150よりも少ない電力を使用するが、適用業務をスタンバイ状態でない場合と同様に実行し続ける。一般に、スタンバイ状態152では、装置をそれぞれの低出力モードにすることによって電力が節約される。好ましい実施例では、以下に詳細に説明するように、固定ディスク記憶装置31内の固定ディスク（図示せず）の回転を停止し、ビデオ信号の生成を停止することによって、スタンバイ状態152で電力が節約される。しかし、これは限定することを意図したものではなく、CPUクロックを低速化または停止するなど、他の方法を使用して電力消費量を削減することが可能である。

【0067】好ましい実施例では、電力が2つの別々の

方法で節約される。第1に、正常動作状態150では、固定ディスク記憶装置31内の固定ディスクが常に、通常毎分3600回転(RPM)で回転する。スタンバイ状態152では、固定ディスク記憶装置31を低出力モードに入らせ(固定ディスク記憶装置31内の固定ディスクが回転を停止する)、それによって、固定ディスク記憶装置31内のモータ(図示せず)が通常、固定ディスクを回転させる間に消費する電力を節約するコマンドがIDEディスク制御装置86に与えられる。

【0068】第2に、正常動作状態150では、コンピュータ・システムのビデオ制御装置56が常に、ビデオ表示端末57上で表示されるイメージに対応するビデオ信号(当技術分野で周知のHSYNC、VSYNC、R、G、Bなど)を生成する。スタンバイ状態152では、ビデオ制御装置56はビデオ信号の制御を停止することによって、ビデオ制御装置56で通常消費される電力を節約する。HSYNC、VSYNC、R、G、およびBはすべて、約DC0.00Vになされる。VESA(ビデオ・エレクトロニクス標準協会)準拠モニタを使用すると、HSYNCおよびVSYNCが約DC0.00Vになったときに、該モニタがそれ自体をオフにするため、さらに電力が節約される。

【0069】一部のシステムには、「スクリーン・セーバ」があることに留意されたい。スクリーン・セーバは、画面57を暗くして、ビデオ表示端末の前面の蛍光体の焼付きを防止する。大部分のそのようなシステムでは、ビデオ制御装置56が引き続きビデオ信号を生成する。すなわち、ビデオ制御装置は暗い画面または動的ディスプレイに対応するビデオ信号だけを生成する。したがって、スクリーン・セーバを実行するコンピュータ・システムは引き続き、ビデオ信号を生成するのに必要な電力を消費する。

【0070】第3の状態はサスペンド状態154である。サスペンド状態154では、コンピュータ・システムが消費する電力は極めて少量である。サスペンドされたコンピュータは、好ましい実施例では、壁コンセントから5W未満の電力を消費する。以下の、図5に関する記載で詳細に説明するように、消費される唯一の電力は、電源17のAUX5出力またはコンピュータ・システム内部の電池171から、スイッチ21を監視するために使用されるわずかな電力である。

【0071】このような少量の電力使用は、電源を「オフ」にする前にコンピュータ・システムの状態を固定ディスク記憶装置(ハード・ディスク)31に保存することによって行われる。CPU40は、サスペンド状態154に入るために、適用業務に割り込み、CPUのプログラム実行制御を電力管理ドライバに転送する。電力管理ドライバは、コンピュータ・システム10の状態を確認し、コンピュータ・システム10の状態全体を固定ディスク記憶装置31に書き込む。CPU40レジスタ、CPUキャッシュ41、システムRAM53、シ

ステム・キャッシュ60、ビデオ制御装置56レジスタ、ビデオ・メモリ56、および残りの揮発性レジスタの状態はすべて、固定ディスク・ドライブ31に書き込まれる。コンピュータ・システム10の状態全体は、使用可能度をさほど失わずに復元できるように保存される。すなわち、ユーザは、システムが、通常どおりオペレーティング・システムをロードし、グラフィカル・ユーザ・インタフェースをロードするのを待つ必要がない。

【0072】コンピュータは次に、システムがサスペンドされたことを示すデータを不揮発性CMOSメモリ96に書き込む。最後に、CPU40は電源17に、調整された電力の生成を停止させる。コンピュータ・システム10は現在、電源を遮断されており、コンピュータの状態全体は、固定ディスク記憶装置31に安全に保存されている。

【0073】「状態(state)」という用語は、本明細書の全体にわたり、2つの似ているが、混乱を招く可能性がある態様で使用されている。装置は、特定の状態に「入る」ことができる。4つのシステム状態、正常150、スタンバイ152、サスペンド154、およびオフ156は、本発明のコンピュータ・システム10の一般的状態を指す。これらの「状態」は、コンピュータ・システム10を一般的な方法で記述する。たとえば、正常動作状態150時に、CPU40は引き続きコードを実行し、コンピュータ・システム10内の複数のレジスタを変更する。同様に、スタンバイ状態152時にも類似の活動が行われる。したがって、コンピュータ・システム10が正常動作状態150およびスタンバイ状態152のとき、コンピュータ・システム10のメモリおよびレジスタ構成は動的である。

【0074】他の装置も一定の状態に「入る」ことができる。図7に関連する記載で説明するように、プログラム可能論理アレイU2は複数の状態に入ることができる。

【0075】前記内容と、装置の「状態」、たとえば「コンピュータ・システム10の状態」や「CPU40の状態」と比較されたい。装置の「状態」とは、特定のコンピュータ・サイクルでのその装置の状態を指す。すべてのメモリ位置およびレジスタは特定の2進値を有する。装置の「状態」とは、その装置の内容の静的2進スナップショットである。

【0076】コンピュータ・システム10の「状態」とは、動作相当物を指すもので、必ずしも正確な表現ではない。たとえば、状態Aのコンピュータ・システム10はCPUキャッシュ41またはシステム・キャッシュ60のいずれかに一定のメモリをもつことができる。どちらかのキャッシュの内容をシステムRAM53に「フラッシュ」バックし、コンピュータ・システム10を状態Bにすることが可能である。純粋に言えば、キャッシ

とシステムRAMの内容は異なるので、状態Aのコンピュータ・システム10の状態は、状態Bのコンピュータ・システム10の状態とは異なる。しかし、ソフトウェア動作の観点から見ると、状態Aと状態Bは同じである。なぜなら、システム速度のわずかな低下（キャッシュから実行しても便益を受けないプログラムによって発生する）は別として、実行プログラムは影響を受けないからである。すなわち、キャッシュをフラッシュされたコンピュータでは、キャッシュ領域に有用なコードが再ロードされるまで、性能がわずかに下がるが、状態Aのコンピュータと状態Bのコンピュータはソフトウェア動作面では等価である。

【0077】用語“パワー”（power）も、2つの似ているが、混乱を招く可能性がある態様で使用される。“パワー”は大部分の場合、電力を指す。しかし、“パワー”は、コンピューティング能力を指すこともある。文脈によって、所期された使用法を明確にする必要がある。

【0078】「回路」は一般に、物理的電子装置、または電気的に相互接続された複数の装置を指す。しかし、「回路」という用語は、物理的電子装置のCPUコード相当物を含めることも意図している。たとえば、一方では、2入力NANDゲートを、プログラム可能装置で、74LS00を介し、あるいはそれに相当する方法で実施することができる。これらの2つの装置は物理的電子装置である。他方では、CPU40に、2つのCPU読取り可能入力ポートから2つの入力を読み取らせ、CPUコマンドを使用してNAND結果を生成させ、CPU書込み可能出力ポートを介して結果を出力させることによってNANDゲートを実現することもできる。これらのCPUインタフェース可能ポートは、復号ラッチや該ラッチのプログラム可能相当物のように単純にするか、あるいは当技術分野で周知のPLAのように複雑にすることが可能である。「回路」は、NANDゲート実施態様の3つの例をすべて含めることを意図している。場合によっては、「回路」が単に電気経路を指すこともある。電気経路の種類は、プリント回路板上のワイヤ、トレース、またはビアや、単一の電気的に接続された経路を形成する数種の電気経路の組合せを含む。

【0079】「信号」は、単一の電気波形または複数の波形を指す場合がある。たとえば、ビデオ制御装置は、ビデオ信号を生成する。ビデオ信号は実際には、複数の電気導体上の複数の信号であり、当技術分野で周知のHSYNC、VSYNC、R、G、Bなどがある。

【0080】ここで、図4に戻る。第4の、そして最後の状態はオフ状態156である。オフ状態156は、通常の意味でオフにされた典型的なコンピュータ・システムとほとんど同じである。この状態では、電源17の一次調整装置172が、コンピュータ・システム10への調整された電力の提供を停止するが（AUX5を通過するわずかな調整された電力を除く。これについては、図5

に関連した記載で詳細に説明する）、コンピュータ・システム10の状態は固定ディスク31に保存されていない。サスペンド状態154とオフ状態156は、電源17がもはや、調整された電力を生成しないという点で似ている。この2つの状態は、オフ状態156では、サスペンド状態154と異なり、コンピュータ・システム10の状態がハード・ドライブ31に保存されないという点で異なる。さらに、コンピュータ・システム10は、オフ状態156から抜け出す際に、オンにされる場合と同様に「ブート」する。すなわち、ユーザが、あるいはAUTOEXEC.BATファイルによって自動的に、実行コードを開始しなければならない。しかし、コンピュータ・システム10は、サスペンド状態154から抜け出す際には、割り込まれたときの位置から実行をレジュームする。

【0081】図4は、4つの状態間の遷移を発生させる事象の概要も示している。これらの事象については、図6乃至図8に関連した記載でさらに説明する。しかし、ここでおおざっぱに説明しておくとも有用である。電源ボタン21、2つのタイマ（非活動スタンバイ・タイマおよび非活動サスペンド・タイマ、図9とそれに関連した記載を参照されたい）、およびサスペンド入フラグ（図6および図7と、それに関連した記載を参照されたい）はすべて、コンピュータがどの状態に入るかに影響を及ぼす。一般に、2つのタイマは、ハードウェア・タイマ、またはCPU上でプログラムとして実行するCPUコード・タイマとすることができる。好ましい実施例では、これらのタイマは共にCPUコード・タイマであり、BIOSデータ・セグメントから実行する。しかし、2つのタイマをハードウェア・タイマとすることがおそらく可能であり、システムのオーバヘッドが削減されるという点ではこの方がよりよい解決策である。これらのタイマについては、図9に関連した記載で詳細に説明する。両方のタイマは共に、コンピュータ・システム10が正常動作状態150またはスタンバイ状態152のときに活動的になる。これらのタイマは、どちらかのタイマが満了することによって後述の遷移が発生するように、他のルーチンと通信する。どちらかまたは両方のタイマを、ユーザの特定のニーズに応じて、一定期間の後に満了するように構成することが可能である。好ましい実施例では、非活動スタンバイ・タイマおよび非活動サスペンド・タイマを、15乃至90分後に満了するように設定することができる。どちらかまたは両方のタイマを停止する、すなわち、絶対に満了しないように構成することが可能である。タイマを「停止すること」は、タイマの増分カウント動作を実際に停止し、あるいは単にタイマの満了を無視するという形式を取る。好ましい実施例では、タイマ満了値にゼロ値を設定すると、タイマ満了はテストされなくなる。ネットワーク化コンピュータのユーザは、たとえば、LANをコンピュータに対し

て故障させる可能性があるために、コンピュータをサスペンド状態154に入らせたくない場合がある。

【0082】理論上、タイマはカウント・アップまたはカウント・ダウンすることができ、始動（または再始動）時に、固定された所定の状態にリセットし、他の固定された所定の状態までカウントさせることができる。あるいは現在値を使用し、差または和をエンドポイント満了トリガとして算出することが可能である。好ましい実施例では、タイマをリセットすると、実時間クロック98からの分変数の現在値が記憶される。タイマは、保存された分値から現行の分値を減算し、その差を、ユーザが選択した値と比較することによって、満了したか否かを検査される。

【0083】両方のタイマは共に、一定のシステム活動によって影響を受ける。たとえば、好ましい実施例では、図9に関連した記載で詳細に説明するように、キーボード12のキーを押すこと、マウス13を移動すること、マウス13ボタンを押すこと、またはハード・ドライブ31の活動という形式のユーザ活動によって、各タイマが再始動される。したがって、ユーザがキーボード12のキーを押し、あるいはマウス13を使用しているときは、どちらのタイマも満了しない。他のシステム事象を使用して、タイマをリセットすることもできる。どのハードウェア割込みも、活動を監視することが可能である。したがって、プリントによって、システムがサスペンド状態154に入るのを防止することが好ましい場合がある。

【0084】サスペンド入フラグは、プログラム可能論理アレイU2内のCPU処理可能および読取り可能ラッチであり、該フラグについては図7に関連する記載で詳細に説明する。手短かに言うと、プログラム可能論理アレイをあるモードにすると、スイッチ21が押され、コンピュータ・システム10がオフ状態156に入り、プログラム可能論理アレイU2を他のモードにすると、スイッチ21が押され、コンピュータ・システム10がサスペンド状態154に入る。158に示すように、コンピュータ・システム10が正常動作状態150であり、プログラム可能論理アレイU2に書き込まれるサスペンド入フラグが00₂のときに電源ボタン21が押されると、コンピュータ・システム10はオフ状態156に入る。コンピュータ・システム10がオフ状態156であり、電源ボタン21が押されると、コンピュータ・システム10は正常動作状態に入る。

【0085】コンピュータ・システム10が正常動作状態150である場合、1つの事象によって、コンピュータをスタンバイ状態152に入らせることができる。162に示すように、非活動スタンバイ・タイマが満了すると、コンピュータ・システム10は、スタンバイ状態152に変化する。164に示すように、スタンバイ状態152のときには、前述の種類のシステム活動によっ

て、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152を抜け出し、再び正常動作状態150に入る。

【0086】コンピュータ・システム10が正常動作状態150である場合、2つの事象によって、コンピュータ・システム10をサスペンド状態154に入らせることができる。第1に、166に示すように、非活動サスペンド・タイマが満了すると、コンピュータ・システム10がサスペンド状態154に変わる。第2に、やはり166に示すように、ユーザは、プログラム可能論理アレイU2に書き込まれるサスペンド入フラグが01₂である時に電源ボタン21を押すことによってコンピュータ・システム10をただちにサスペンド状態154に入らせることができる。168に示すように、サスペンド状態154のときには、ユーザが電源ボタン21を押すことによって正常動作状態150に変更することができる。

【0087】また、168に示すように、複数の外部事象を使用して、コンピュータ・システム10をサスペンド状態154から正常動作状態150に変更することも可能である。たとえば、電話リング検出回路を図6の回路に追加して、接続された電話回線がリングしたときにコンピュータ・システム10がサスペンド状態154を抜け出して正常動作状態150に入るように構成することができる。そのような修正は、テレファックス・データやディジタル・データを受け取るシステムに有用な場合がある。システムは、着信情報を受信する際に電力を消費するだけである。同様に、実時間クロックと図6の間のインタフェースでは、警告タイプの事象によって、コンピュータ・システム10がサスペンド状態154から抜け出し、正常動作状態150に入るようにすることが可能である。そのようなシステムは、低電話使用率を利用するために一定の時刻にテレファックスまたはディジタル・データを送信する際に有用な場合がある。

【0088】最後に、170に示すように、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152であり、非活動サスペンド・タイマが満了すると、コンピュータ・システム10はサスペンド状態154に変わる。コンピュータ・システム10は、サスペンド状態154からスタンバイ状態152に戻ることはできず、遷移168に関連した記載で説明するように、正常動作状態150に遷移することしかできない。

【0089】コンピュータ・システム10が瞬間的に状態を変更することはできないことは明らかである。4つの状態のうち1つから遷移を行うたびに、必要なシステム変更を加えるために一定の時間が必要になる。各遷移時間の詳細については、図6乃至図34に関連した記載で説明する。

【0090】システム・ハードウェア

CPU 40上で実行するコードの詳細について説明する前に、まず4つの状態を達成するのに必要なハードウ

ェアについて説明しておく助けとなる。電源 17 のブロックが図 5 に示されている。電源 17 は、制御装置 174 および一次／調整装置 172 という 2 つの装置を有する。電源 17 は、典型的な壁コンセントから AC115V を受け入れる Line-In、電源 17 の調整活動を制御する ON という複数の入力を持っている。電源 17 は、AC Line-Out、 ± 5 VDC、 ± 12 VDC、AUX5、GND、および POWERGOOD という複数の出力を有している。AC Line-Out は、無調整の AC115V であり、通常、ビデオ表示端末 57 の電力入力（図示せず）に渡される。制御装置 174 は、ON 入力を受け入れ、POWERGOOD 出力を生成する。一次／調整装置 172 は、Line-In 入力からの AC115V を $\pm DC5V$ 、 $\pm DC12V$ に調整する。一次／調整装置 172 が電力を調整するかどうかは、制御装置 174 によってインタフェースされる ON の値に依存する。好ましい実施例では、制御装置 174 は、ON 信号を生成する回路の絶縁、たとえば適切な光学式アイソレータを備えている必要がある。

【0091】Line-In 入力と、AC Line-Out、 ± 5 VDC、 ± 12 VDC、GND、および POWERGOOD 出力は、当技術分野では周知である。電源 17 が「オフ」、すなわち、Lin-In からの調整された電圧を提供しないとき、POWERGOOD 信号は論理「0」である。電源 17 が「オン」のとき、電源 17 は、AC115V の Line-In からの、 $\pm DC5V$ および $\pm DC12V$ に調整された電圧を生成する。これらの 4 つの調整された電圧とそれらに関連する GND は、当技術分野で一般に知られた「システム電源」である。調整された電圧が許容公差内のレベルを達成すると、POWERGOOD 信号が論理「1」に変わる。

【0092】AUX5 出力は、プレーナに補助 $+DC5V$ を与える。電源 17 を、公称 DC115V を供給する典型的な壁コンセントに差し込むと、電源が「オン」であるか、「オフ」であるかとは無関係に、一次／調整装置 172 は AUX5 で、調整された $+DC5V$ を提供する。したがって、電源 17 は、壁コンセントに差し込まれているときは常に、AUX5 で公称 $+DC5V$ を提供している。AUX5 出力は、一次／調整装置 172 が、 $+5$ 出力を介して、電源 17 が「オン」のときだけ、調整された $+DC5V$ を生成するという点で、 $+5$ 出力と異なる。AUX5 出力はさらに、好ましい実施例では、一次／調整装置 172 が $+DC5V$ で、 $+5$ 出力を介して数アンペアの電流を供給するが、AUX5 出力を介して 1 アンペア未満を供給するという点で、 $+5$ 出力と異なる。

【0093】典型的な従来の電源は、高アンペア 2 段階スイッチを使用して、Line-In 入力と電源の調整セクションとの間の接続および切断を行う。本発明の電源 17 は、高アンペア 2 段階スイッチを使用しない。その代わりに、スイッチ 21 は ON 信号を生成する回路を制御する。好ましい実施例では、スイッチ 21 は瞬間単極 1 段階ボタンスイッチである。しかし、当業者は、単極 2 段階スイッチなどの他の種類のスイッチを使用するよう

に図 6 の回路を適応することができる。AC Line-In は常に、壁コンセントから一次／調整装置 172 まで接続される。ON が論理「1」のとき（約 AUX5、公称 $+DC5V$ ）、一次／調整装置 172 は、 ± 5 出力を介した場合も、 ± 12 出力を介した場合も、115 VAC Line-In を $\pm DC5V$ または $\pm DC12V$ に調整しない。一次／調整装置 172 は単に、AUX5 出力で低アンペア数公称 $+DC5V$ を提供する。一方、ON が論理「0」のときは（約 GND）、一次／調整装置 172 は、115 VAC Line-In を 4 つの ± 5 および ± 12 出力を介してそれぞれ $\pm DC5V$ および $\pm DC12V$ に調整する。したがって、ON が「1」のとき、電源 17 は「オフ」であり、ON が「0」のとき、電源 17 は「オン」である。

【0094】前述の電源 17 などの、AUX5 出力と ON 入力をもつ電源は、指定すれば、従来の電源の供給業者から入手することができる。

【0095】図 6 を参照する。本発明のコンピュータ・システム 10 の電子回路の概略図が示されている。図 6 の回路は、スイッチ 21、電源 17、ビデオ表示端末 57、および CPU 40 上で実行するコードの相互接続を行う。

【0096】この回路は、第 1 の事前にプログラムされた PAL16L8 である U1 と、第 2 の事前にプログラムされた PAL16L8 である U2 と、当技術分野で周知の 74HC132 である U3 という 3 つの集積回路を備えている。一般に PAL U1 および U2 は、図 3 のプレーナ入出力バス 90 と図 6 の残りの回路を相互接続する。該回路はさらに、スイッチ 21、抵抗 R1 乃至 R10、5 つのコンデンサ C1 乃至 C5、好ましい実施例で論理スイッチとして動作するのに適した標準低電流 NMOS FET である 4 つの N 型 MOSFET Q1 乃至 Q4、および標準低電流ダイオード・パッケージであるデュアル・ダイオード・パッケージ CR1 を備えている。これらの装置はすべて、図 6 に示すように構成され、接続されている。抵抗 R1 乃至 R10 は、 $1/4$ W 抵抗であり、図 6 に示す値の $\pm 5\%$ の値である。コンデンサ C1 乃至 C2 は、図 6 に示す値の $\pm 10\%$ の値をもつ電解コンデンサである。コンデンサ C3 乃至 C5 は $0.1 \mu F$ ($\pm 10\%$) セラミック・コンデンサである。

【0097】第 1 の PAL U1 は、アドレス線 SA(1) 乃至 SA(15) と、AEN（アドレス使用可能）線に接続されている。SA(1) 乃至 SA(15) と AEN は、図 3 に示すプレーナ入出力バス 90 の一部である。第 1 の PAL U1 は、単にアドレス・デコーダとなるようにプログラムされており、アドレス回線 SA(1) 乃至 SA(15) 上に所定のアドレスが提供され、AEN（アドレス使用可能）回線が活動的なときに、アクティブ・ロー信号の PM_PORT_DCD# を提供する。

【0098】第 2 の PAL U2 は、読取り可能バイトと、本明細書では「電源管理ポート」とも呼ぶ、前述の入出力ポートの下位 3 ビット中の 3 つの書き込み可能ビットとを

提供するようにプログラムされる。第2のPAL U2は、プレーナ入出力バス90からの8つの入力、SD(0)、SD(1)、SD(2)、SA(0)、IOW#、IOR#、RESETDRV、およびIRQ(1)を有する。第2のPAL U2は、ピン2でのアクティブ・ハイ信号のRESETDRV入力によって周知の初期条件にリセットされる。この信号は、当技術分野で周知のメモリ制御ユニット46によって生成される。第2のPAL U2については、図7と表1および2に関連した記載で詳細に説明する。

【0099】第3の装置は、本明細書ではU3AおよびU3Bとして識別される2つの部分を有する。これらの部分は、当技術分野で周知の、NANDラッチとしても知られたSRラッチを形成する。SRラッチは、U3のピン1および5を入力としてもち（ピン1はセット入力であり、ピン5はRESET入力である）、U3Aのピン3を出力としてもつ。両方の入力が共に論理"1"のとき、出力は、ラッチされた出力値を保持する。セットが論理"0"になると、出力は論理"1"になる。セット入力が論理"1"に戻ると、出力は論理"1"でラッチされる。RESET入力が論理"0"になると、出力は論理"0"になる。RESET入力が論理"1"に戻ると、出力は論理"0"でラッチされる。

【0100】POWERGOOD信号が論理"1"であり、調整された電圧が適切なレベルであることを示す場合、本明細書ではU3Cとして識別される第3の装置の第3の部分が、第2のPAL U2のピン12出力用のインバータとして動作する。POWERGOOD信号が論理"0"であり、VCCが接地付近で浮動し、あるいは+DC5Vまでランプ・アップまたは+DC5Vからランプ・ダウンしていることを示す場合、第3の装置の第3の部分U3Cのピン8での出力は論理"1"のままとなり、第2のPAL U2のピン12からの雑音が、第3の装置の第1および第2の部分U3AおよびU3Bによって作成されたSRラッチに影響を及ぼすのを妨げる。

【0101】スイッチ21は、JP1で図6の回路に接続される。抵抗/コンデンサ副回路R2およびC1は、スイッチ21の開鎖事象をディバウンスする。第3の装置の第4の部分U3Dは、ピン12がR6を介してVBATにプルされた（AUX5が公称+DC5Vのとき約+DC4.3V）インバータとして構成される。このインバータは、ディバウンスされたスイッチ閉鎖を反転する。電流制限抵抗器R10は、第3の装置の第4の部分U3Dのピン11を、その装置が電源を投入または遮断されるときに第2のPAL U2のピン8から流れる電流から保護する。

【0102】SRラッチについては、電源をオフにしてはならない。しかし、R7およびC3は、SRの電源がオフになった場合、SRラッチを、それが電力を再供給されるときに電源17が「オフ」状態になる電源投入時状態にするように設計されている。

【0103】抵抗R1、R3、R4、R5、R6、R8、およびR9はプルアップ抵抗であり、それぞれの回

線をVCC、VBAT、またはAUX5にプルする。トランジスタQ1、Q2、Q3、およびQ4はインバータである。R4およびC2は、C2をVCCに達するまで充電させるRC対を形成する。トランジスタQ5は、第2PAL U2のピン19出力が論理"1"のときにトランジスタC2をドレーンする。C2に記憶された電圧が約+DC2.7Vよりも低いとき、Q1は通電せず、R3は第2PAL U2のピン11入力を、VCCにプルして論理"1"にする。C2が約+DC2.7V以上まで充電されると、Q1は通電し、ピン11入力をGNDにプルして論理"0"にする。

【0104】第2のPAL U2のピン18出力が論理"0"のとき、R8およびR9はBLNK#およびESYNC回線をそれぞれVCCにプルする。ESYNCおよびBLNK#回線がVCCのとき、ビデオ制御装置56はビデオ信号を生成する。第2のPAL U2のピン18出力が論理"1"のとき、トランジスタQ2およびQ3は通電して、BLNK#およびESYNCをそれぞれGNDにプルし、ビデオ制御装置56にビデオ信号の生成を停止させる。

【0105】図6に示す電子回路は、VCC、AUX5、およびVBATという3つの電源を有する。VCCおよびAUX5は、電源17によって生成され、公称+DC5.0Vである。VCCとそれに関連するGND戻り回線は、当技術分野で周知の、プレーナ20上の主電源コネクタ（図示せず）を介して入る。AUX5は、JP2のピン1で回路に接続される。AUX5戻り回線は、JP2のピン3から入り、GND回線に接続される。VBATは、電池171の電力出力であり、公称+DC3.5Vである。電池171は、リチウム電池であり、当技術分野で周知である。

【0106】PAL U1およびU2は、ピン20でのVCC入力をVCCに接続されている。複数の抵抗R3、R4、R8、およびR9もVCCに接続される。電源17は、それが「オン」であり、当技術分野で周知の、公称AC115Vを供給する典型的な壁コンセントに差し込まれたときだけ、調整された+DC5Vを供給する。電源が「オフ」であり、あるいは差し込まれていないとき、PAL U1およびU2と、抵抗R3、R4、R8、およびR9は+DC5Vを受けない。

【0107】一方、公称AC115Vを供給する典型的な壁コンセントに電源17を差し込むと、電源17は、「オン」であるか、「オフ」であるかとは無関係に、AUX5で、調整された+DC5Vを提供する。したがって、AUX5に接続された装置は、電源17が差し込まれているときは必ず+DC5Vを受ける。

【0108】さらに、U3と、抵抗R1、R2、およびR6は常に電力を受ける。なぜなら、CR1のダイオードが、VBATに接続された装置が常に電力を受けるようにVBATおよびAUX5と相互接続されているからである。電源17は、典型的な壁コンセントに差し込まれているとき、AUX5で+DC5Vを提供し、VBATに接続された装置（U3と、抵抗R1、R2、およびR6）は約+DC4.3V（AUX

5の+DC5Vから、AUX5とVBATの間のCR1内のダイオードのダイオード・ドロップを引いた値)を受ける。電源17は、コンセントに差し込まれていないとき、AUX5回線への調整された電力の提供を停止し、U3と抵抗R1、R2、およびR6はVBATから電力を受ける。典型的な74HC132には、+DC2.0Vの最小DC供給電圧が必要である。したがって、VBATが+DC2.0Vを提供するのに十分な電荷を保持しているかぎり、U3は電力を十分に供給される。

【0109】図6の回路には多数の修正を加えることができ、そうしても本発明の範囲を逸脱しない。たとえば、実時間クロック98を、図6の回路に電氣的に接続して、特定の時刻に、コンピュータ・システム10がサスペンド状態154から正常動作状態150に変わるように、ON#信号にダイオードOrされるように構成することが可能である。同様に、電話リング検出回路を、図6の回路に追加し、接続された電話回線の活動によって、コンピュータ・システム10がサスペンド状態154を抜け出し、正常動作状態150に入るように、ON#信号にダイオードOrされるように構成することも可能である。

【0110】再び、図6を参照する。第2のPAL U2は2つの状態マシンを有する。第2のPAL U2中の一方の状態マシンの状態図を図7に示す。表1および表2は、他方の状態マシンと、第2のPAL U2の一定のその他の態様について説明している。

【0111】図7は、第2のPAL U2内の一方の状態マシンを示す。TE1およびTE0は共に、スイッチ状態00₂ (「₂」は2進数を表す) 176、スイッチ状態01₂ 178、スイッチ状態11₂ 180、およびスイッチ状態10₂ 182という4つの状態を許容する。

【0112】TE1およびTE0を第2のPAL U2に直接書き込むことはできず、その代わりに状態は、スイッチ21の閉鎖事象や、コンピュータ・システム10のリセットなどのその他の事象に応じて変わる。システム電源が電源17によって提供されていない場合、第2のPAL U2は電力を供給されておらず、したがって、174では第2のPAL U2の状態は無意味である。図6に関連した記載で説明するように、スイッチ21を押すことや、(電話リング検出器が電源17にシステム電源を提供させる

ことなどの) その他の事象によって、電源17にシステム電源の提供を開始する。スイッチ21を押し、あるいはRESETDRV信号が活動的である場合、第2のPAL U2はスイッチ状態00₂ 176に入る。スイッチ21を放し、あるいはスイッチ21を押していないときにRESETDRVが非活動的になると、第2のPAL U2はスイッチ状態01₂ 178に入る。再びスイッチ21を押すと、第2のPAL U2はスイッチ状態11₂ 180に入る。再びスイッチ21を放すと、第2のPAL U2はスイッチ状態10₂ 182に入る。スイッチ21の以後の閉鎖によって、第2のPAL U2は、図7に示すように4つの状態を循環する。第2のPAL U2は、コンピュータ・システム10が正常動作状態150のときはスイッチ状態01₂ 178である。

【0113】スイッチ状態01₂ 178は、TE1、TE0状態マシンの正常オン状態に対応するスイッチ状態である。適用業務プログラムは、スイッチ状態01₂ 178のときに実行される。コンピュータ・システム10は、その状態でスタンバイ状態152に入り、抜け出すことができる。スイッチ状態01₂ 178は、ユーザ生成サスペンド中止要求にも対応する。スイッチ状態10₂は、ユーザによるサスペンド要求に対応するスイッチ状態である。すなわち、システムをオフ状態156から開始し、スイッチ21を1度押すと、コンピュータ・システム10は正常動作状態150になる。スイッチ21をもう1度押すと、サスペンド要求(電源管理ポートでのOFFH)が生成される。サスペンド要求は、図9に関連した記載で詳細に説明するSupervisorルーチンによって読み取られる。コンピュータ・システム10がサスペンド状態154になる前にスイッチ21をさらにもう1度押すと、サスペンド中止要求(電源管理ポートでのOFFH)が生成される。サスペンド中止要求はサスペンド・ルーチンによって読み取られる。

【0114】表1は、図7の4つの状態に複数の注釈を追加する。スイッチ状態00₂ 176、01₂ 178、および11₂ 180のとき、電源管理ポートは、読取りに応じてOFFHを出力する。

【表1】

TE1	TE0	注釈
0	0	表示ブランキング・ビットをクリアする。 電源管理ポートの読取り=OFFH
0	1	SD(2)によって制御される表示ブランキング・ビット 電源管理ポートの読取り=OFFH
1	1	SD(2)によって制御される表示ブランキング・ビット 電源管理ポートの読取り=OFFH
1	0	表示ブランキング・ビットをセットする。 電源管理ポートの読取り=OFFH

【0115】一方、スイッチ状態10₂ 182のとき、電源管理ポートは読取りに応じてOFFHを出力する。

スイッチ21を押し、放すことによって、第2のPAL U2はスイッチ状態01₂から抜け出し、スイッチ状態10₂

182に入る。スイッチ状態10₂ 182は、ハードウェア・サスペンド要求を発信する。Supervisorルーチンは、電源管理ポートを読み取ることによってハードウェア・サスペンド要求を認識する。読取りに応じたOF EHは、ハードウェア・サスペンド要求を示す。

【0116】TE1、TE0状態マシンは、ビデオ・ブランキング回路にも影響を及ぼす。スイッチ状態00₂

176のとき、表示ブランキング・ビットがクリアされ、ビデオ制御装置56はビデオ信号を生成する。スイ

ッチ状態10₂ 182のときは、表示ブランキング・ビットがセットされ、ビデオ制御装置56はビデオ信号の生成を停止する。後述のように、スイッチ状態01₂

178および11₂180のとき、表示ブランキング・ビットはD2への書き込みによって制御される。

【0117】表2は、第2のPAL U2の他方の状態マシンを示し、SD2への書き込みがビデオ信号にどのように影響を及ぼすかを示す。

【表2】

S2	S1	S0	注釈
X	0	0	スイッチ状態10 ₂ のとき、ただちに電源を「オフ」にする。
X	0	1	スイッチ状態10 ₂ のとき、フェールセーフ・タイマを起動する(C2が充電される)。
X	1	0	ただちに電源を「オフ」にする。
X	1	1	フェールセーフ・タイマをリセットする(C2がドレインされる)。
0	X	X	ビデオ信号をオンにする。
1	X	X	ビデオ信号をオフにする。

【0118】PAL内のU2回路は、電源管理ポートで3つのビット、SD(0)、SD(1)、SD(2)を提供する。3つのビットは、表2ではS0、S1、およびS2とラベル付けされている。SD(2)は、第2のPAL U2のピン18 DISPLAY_OFF出力を制御することによってビデオ・ブランキングを制御する。電源管理ポートのSD(2)ビットに"1"を書き込むと、ピン18 DISPLAY_OFF出力が論理"1"をアサートし、トランジスタQ2およびQ3が通電し、BLNK#およびESYNCがGNDにプルされ、そのためにビデオ制御装置56がビデオ信号の生成を停止することによってビデオ信号がオフになる。同様に、電源管理ポートのSD(2)に"0"を書き込むと、ピン18 DISPLAY_OFF出力が論理"0"をアサートし、トランジスタQ2およびQ3が通電を停止し、抵抗R8およびR9がBLNK#およびESYNCをVCCにプルし、それによって、ビデオ制御装置56はビデオ信号を生成する。

【0119】IRQ(1)入力もビデオ・ブランキングを制御する。IRQ(1)はキーボード・ハードウェア割込みである。すなわち、キーボード12上のキーを押すと、IRQ(1)がパルスする。ビデオ信号がオフのときにIRQ(1)上にパルスが発生すると、ピン18 DISPLAY_OFF出力が論理"0"をアサートし、トランジスタQ2およびQ3が通電を停止し、抵抗R8およびR9がBLNK#およびESYNCをVCCにプルし、そのためにビデオ制御装置56がビデオ信号を生成することによって、ビデオ信号はただちにオンに戻る。このようにIRQ(1)を使用すると、スタンバイ状態152から正常動作状態154に戻る際、ただちに、復元されたビデオ表示の形式のフィードバックがユーザに提供される。図9に関連した記載で説明するように、IRQ(1)がないと、ユーザは、おそらく数秒後に、APMがユーザの活動を検査するまで、フィードバックを

受け取らない。

【0120】SD(1)とSD(0)は協働して、00₂、01₂、10₂、および11₂という4つの動作状態を提供する。第2のPAL U2は、00₂状態へのRESETDRV入力によって初期化される。また、4つの状態のうちどの状態のときでも、電源管理ポートにXXXXXX00₂を書き込むと、第2のPAL U2は00₂状態になる。図5に関連した記載で説明するように、00₂状態では、スイッチ21は、典型的な電源の電源スイッチと同様に動作する。00₂状態のときにスイッチ21を押すと、第2のPAL U2のピン12出力が論理"1"をアサートし、SRラッチの出力ピン3が論理"0"状態にラッチされ、ONがR6によって"ハイ"にプルされ、電源17の一次/調整装置172が、±5および±12回線に沿った調整された電圧の提供を停止することによって、電源17がオフになる。この状態では、以下のシステム・ソフトウェアの説明で詳細に説明するようにAPMが切断される。00₂状態のときに電源管理ポートを読み取ると、回路はOFFEHを返す。好ましい実施例では、このバイトが読み取られ、ハードウェアが存在することを確認するためにテストされる。

【0121】4つの状態のうちどの状態のときでも、電源管理ポートにXXXXXX01₂を書き込むと、第2のPAL U2は01₂状態に入る。01₂状態とは正常APM状態である。01₂状態に入った直後からスイッチ21を押すまでの間に電源管理ポートを読み取ると、回路はOFFHを返す。01₂状態のときにスイッチ21を押す、放すと、次の2つの事象が発生する。(1)電源管理ポートの読取りから返される値は、OFFEHとOFFHの間で切り替わる。

(2)ピン18でアサートされる値が切り替わり、ビデオ制御装置56は、スイッチ21が押されるたびにビデオ信号のオンとオフを切り替える。さらに、スイッチ2

1 を初めて押すときに、ピン 19 の TRIGGER# 出力が論理 "0" をアサートし、Q 5 が通電を停止し、コンデンサ C 2 が充電を開始することによって、フェールセーフ・タイマが起動する。C 2 に記憶された電圧が約 +DC2.7V よりも低いとき、Q 1 は通電せず、R 3 は第 2 の PAL U2 のピン 11 入力を VCC にプルして論理 "1" にする。C 2 が充電されて約 +DC2.7V 以上になると、Q 1 が通電し、ピン 11 入力が GND にプルされて論理 "0" になる。ピン 11 DELAY_IN# が論理 "0" のときは、第 2 の PAL U2 のピン 12 出力が論理 "1" をアサートし、SR ラッチの出力ピン 3 を論理 "0" 状態にラッチし、R 6 によって ON を "ハイ" にプルして、電源 17 の一次/調整装置 172 に ± 5 および ± 12 回線に沿った調整された電圧の提供を停止することによって、電源 17 が「オフ」になる。スイッチの開鎖を繰り返すと、フェールセーフ・タイマのオンとオフが切り替わる。

【0122】したがって、012 状態のとき、スイッチを押す前には、読取りから返される値は OFFH であり、ビデオ信号が生成される。スイッチ 21 を初めて押したときに、読取りから返される値が OFEH になり、ビデオ信号が生成を停止し、ビデオ表示端末 57 がブランクになる。スイッチ 21 をもう 1 度押すと、読取りから返される値が OFFH に戻り、ビデオ制御装置 56 が再びビデオ信号の生成を開始する。切替えの特性のために、スイッチ 21 を押すことを繰り返すと、スイッチを押す回数の合計が奇数である場合、値が OFEH になり、ビデオ信号がブランキングされ、スイッチを押す回数の合計が偶数である場合、値が OFFH になり、ビデオ信号が生成される。

【0123】4 つの状態のうちどの状態のときでも、電源管理ポートに XXXXX10₂ を書き込むと、第 2 の PAL U2 は 10₂ 状態に入る。10₂ 状態に入ると、第 2 の PAL U2 のピン 12 出力が論理 "1" をアサートし、SR ラッチの出力ピン 3 が論理 "0" 状態にラッチされ、R 6 によって ON が "ハイ" にプルされ、電源 17 の一次/調整装置 172 が ± 5 および ± 12 回線に沿った調整された電圧の提供を停止することによって、電源 17 はただちに「オフ」になる。この状態では、コンピュータ・システム 10 が電源 17 に対する制御を獲得する。

【0124】4 つの状態のうちどの状態のときでも、電源管理ポートに XXXXX11₂ を書き込むと、第 2 の PAL U2 は 11₂ 状態に入る。11₂ 状態に入ると、ピン 19 TRIGGER# 出力が論理 "1" をアサートし、Q 5 が通電し、コンデンサ C 2 を GND までドレインすることによって、フェールセーフ・タイマがリセットされる。この状態を抜け出し、012 状態に入ると、ピン 19 TRIGGER# 出力が論理 "0" をアサートし、トランジスタ Q 5 が通電を妨げられ、コンデンサ C 2 が再び充電されることによって、フェールセーフ・タイマが再始動する。

【0125】図 6 の回路の機能についての以下の説明は、電源 17 が典型的な壁コンセントに差し込まれ、AU

X5 で +DC5V を生成しており、したがって、多数の装置、特に U 3 が電力を十分に供給されていると仮定している。

【0126】図 6 の回路についての説明は、電源 17 が「オフ」のとき最初に回路を検針しておく、より容易に理解される。電源 17 を「オフ」にするには、JP 2 のピン 2 での信号 ON を論理 "1" にしなければならない。したがって、Q 4 を通電してはならず、ゆえに U 3 のピン 3 は論理 "0" でなければならない。すなわち、U 3 A および U 3 B の SR ラッチは、論理 "0" 出力でラッチされる。POWERGOOD が論理 "0" であり、第 2 の PAL U2 が電力を供給されないため、U 3 C のピン 8 出力は論理 "1" であり、したがって SR ラッチの RESET 入力は "1" である。同様に、SR ラッチセット入力、すなわち U 3 A のピン 1 は、R 1 によって論理 "1" にプルされる。この状態では、SR ラッチは論理 "0" 出力でラッチされる。

【0127】スイッチ 21 を押すと、R 2 および C 1 によって閉鎖が立ち下がり、SR ラッチセット入力、すなわち U 3 A のピン 1 が GND (論理 "0") にプルされる。これによって、SR ラッチ出力、すなわち U 3 A のピン 3 が論理 "1" になり、Q 4 が通電し、それによって ON が GND にプルされ、電源 17 が、 ± 5 および ± 12 回線への調整された電力の提供を開始する。スイッチ 21 を放すと、SR ラッチセット入力、すなわち U 3 A のピン 1 が論理 "1" になり、SR ラッチが論理 "1" を U 3 A ピン 3 出力でラッチし、それによって電源 17 を「オン」状態にラッチする。

【0128】POWERGOOD 信号が論理 "1" になった後、すべての電圧は公差の範囲内になる。POWERGOOD が論理 "0" のとき、第 2 の PAL U2 は次のように初期化される。(1) ピン 12 OFF 出力が論理 "0" をアサートし、それによって SR ラッチが現行のラッチされた状態のままになる。(2) ピン 18 DISPLAY_OFF 出力が論理 "0" をアサートし、それによってビデオ制御装置がビデオ信号を生成する。(3) ピン 19 TRIGGER# 出力が論理 "1" をアサートして、Q 5 に、C 2 を GND にドレインさせ、それによってピン 11 DELAY_IN# 入力を R 3 によって論理 "1" にプルされたままにする。

【0129】前述のように、図 7 中の第 2 の PAL U2 回路は、電源管理ポートで 3 つのビット、SD(0)、SD(1)、SD(2)を提供する。SD(2)は、第 2 の PAL U2 のピン 18 DISPLAY_OFF 出力を制御する。電源管理ポートの SD(2)に "1" を書き込むと、ビデオ制御装置 56 はビデオ信号の生成を停止する。同様に、電源管理ポートの SD(2)に "0" を書き込むと、ビデオ制御装置 56 は、ビデオ信号を生成する。

【0130】前述のように、SD(1)と SD(0)は協働して 00₂、01₂、10₂、および 11₂ という 4 つの動作状態を提供する。第 2 の PAL U2 は 00₂ 状態への RESETDRV 入力によって初期化される。この状態のときに、スイッチ

21を押すと、電源17が「オフ」になるだけである。コード実行中のある点で、ソフトウェアは、ユーザの所望に応じて、電源管理ポートにXXXXX012を書き込み、第2のPAL U2を012状態に入らせる。012状態とは正常APM状態である。各APM「取出し事象」時に、Supervisorルーチンは、非活動スタンバイ・タイマが満了したか、あるいは非活動サスペンド・タイマが満了したかを確認する。非活動スタンバイ・タイマが満了した場合、Supervisorルーチンが入出力ポートにXXXXX1XX2を書き込み、それによってビデオ信号がブランキングされる。コンピュータがスタンバイ状態から抜け出し、再び正常動作状態に入ると、Supervisorルーチンが入出力ポートにXXXXX0XX2を書き込み、それによってビデオ制御装置56がビデオ信号を生成する。非活動サスペンド・タイマが満了すると、Supervisorルーチンがサスペンド・ルーチン呼び出す。サスペンド・ルーチンについては、図10乃至図15に関連した記載で詳細に説明する。

【0131】また、各APM「取出し事象」時に、Supervisorルーチンは電源管理ポートを読み取る。OFFHが返される場合、スイッチ21は押されていない。一方、OFFEHが返される場合、スイッチ21が押されており、コンピュータ・システム10はサスペンド・ルーチンを開始する。サスペンド・ルーチンについては、図10乃至図15に関連した記載で詳細に説明する。スイッチ21が押されており、あるいは非活動タイマが満了している場合、フェールセーフ・タイマが始動されており、C2が充電されている。したがって、フェールセーフ・タイマが電源17をオフにするのを防止するために、サスペンド・ルーチンは入出力ポートにXXXXX112を書き込み、タイマをリセットし、次に、ただちに入出力ポートにXXXXX012を書き込み、012モードでレジャームする。システムをサスペンドするときは、サスペンド・ルーチンが入出力ポートにXXXXX112を書き込み、ただちに電源17を「オフ」にする。

【0132】システム・ソフトウェア

本発明のコンピュータ・システム10のハードウェア態様について説明したので、引き続きコード態様について説明する。

【0133】図8を参照すると、power-upルーチンの全体図が示されている。このルーチンは200で、CPUがリセット・ベクトルでポイントされたコードにジャンプし、それを実行するときに開始する。これは、CPUを電源投入するたびに行われると共に、ハードウェア・リセット信号によって、あるいはリセット・ベクトルでポイントされたコードにジャンプすることによってRESET命令が実行されるときに、CPUがリセットされるときに行われる。そのようなリセット手順は当技術分野で周知である。

【0134】一般に、Power-Upルーチンの流れは、シス

テムがオフ状態156であるか、サスペンド状態154であるかによって異なる。すなわち、CMOS NVRAM 96でサスペンド・フラグがクリアされているか、セットされているかによって異なる。202に示すように、コンピュータ・システム10は不揮発性CMOSメモリ96からサスペンド・フラグを読み取ることによって、それ自体がオフ状態156であるか、サスペンド状態154であるかを判断する。コンピュータ・システム10が正常動作状態150を抜け出してオフ状態156またはサスペンド状態154に入ると、各ルーチンはNVRAM 96中のサスペンド・フラグをセットするか、あるいはクリアする。NVRAM 96中のサスペンド・フラグがセットの場合、コンピュータ・システム10はサスペンド状態154であり、コンピュータ・システム10の状態は固定記憶装置31に記憶されている。一方、NVRAM 96中のサスペンド・フラグがクリアの場合、コンピュータ・システム10はオフ状態156であり、コンピュータ・システム10の状態は固定記憶装置31に記憶されていない。したがって、NVRAM 96中のサスペンド・フラグがクリアの場合、コンピュータは、タスク204乃至210に示す「正常」ブート・ルーチンを実行する。第1のタスクは、204に示す電源オン自己試験(POST)であり、これについては図16乃至図18に関連した記載で詳細に説明する。206に示すように、CPU 40は、POSTから戻った後、PBOOTルーチン呼び出し、オペレーティング・システムをロードする。

【0135】PBOOTルーチンは、IBM PS/2コンピュータ上で動作する典型的なルーチンに、以下で説明するわずかな変更を加えたものである。PBOOTは、どこからブートするか(ハード・ドライブ31またはフロッピー・ドライブ27内部のディスクから)を決定し、オペレーティング・システムをロードし、CONFIG.SYSファイルに命令されたシステムの変更を分析して実行し、最後に、オペレーティング・システムに制御を戻す前にAUTOEXEC.BATバッチ・ファイルを実行する。PBOOTルーチンは当技術分野では周知である。しかし、本発明のコンピュータ・システム10に固有の機能として、このブート・ルーチンは、オペレーティング・システムに組み込まれた拡張電源管理(APM)拡張プログラミング・インタフェース(API)と通信する。APM APIはインテル社およびマイクロソフト社によって開発され、現在、多数のオペレーティング・システムがAPM APIを実施している。これらのオペレーティング・システムとしては、たとえば、IBMのOS/2、IBMのPC-DOS、マイクロソフト社のMS-DOS、マイクロソフト社のWindowsなどがあ

る。APM BIOSブート・ルーチンはAPM OSにSupervisorルーチンの存在を通知する。210に示すように、オペレーティング・システムは、ユーザが命令したコードを無限に実行する。しかし、APIにSupervisorルーチンについて通知した結果は、212に示すように、APM BIOS

およびAPM OSが、Supervisorルーチンを、実行中のプログラムと「並列」して実行することである。すなわち、コンピュータ・システム10は時間多重化多重タスク・システムであり、APM取出し事象、したがってSupervisorルーチンは定期的に実行される。結果として、Supervisorにルーチンがほぼ毎秒実行されることになる。Supervisorルーチンについては、図9に関連した記載で詳細に説明する。図4に関連した記載で説明するように、normal bootルーチン204乃至210が終了した後、コンピュータ・システム10は正常動作状態150になる。

【0136】再びタスク202を参照する。NVRAM 96にサスペンドフラグがセットされている場合、システム状態はハード・ドライブ31に保存されており、コンピュータ・システム10はタスク214乃至220に示すレジューム・ブート・ルーチンを実行する。まず、214に示すように、システムは簡略POSTを実行する。簡略POSTについては、図16乃至図18に関連した記載で詳細に説明する。216に示すように、システムは、簡略POSTの後にレジューム・ルーチン呼び出す。レジューム・ルーチンについては、図19乃至図23に関連した記載で詳述する。レジューム・ルーチンは、コンピュータ・システム10の状態を該システム10がサスペンドされる前の構成に復元する、と言えば十分であろう。レジューム・ブート・ルーチンは、タスク204乃至210に示すnormal bootルーチンと異なり、APM APIにSupervisorルーチンの存在を通知する必要がない。というのは、APMルーチンは、間違いなくシステムをサスペンドするために動作しており、システム状態が復元されると、再びメモリにロードされるからである。したがって、212および220に示すように、レジューム・ルーチンがコンピュータ・システム10の状態の復元を終了するとき、APMはすでに存在し、復元されたコードと「並列的に」動作している。図4に関連した記載で説明するように、レジューム・ブート・ルーチン214乃至220が終了した後、コンピュータ・システム10は正常動作状態150になる。したがって、normal bootルーチン204乃至210またはレジューム・ブート・ルーチン214乃至220が実行された後、コンピュータ・システム10は正常動作状態150になる。

【0137】図9は、Supervisorルーチンの詳細を示すフローチャートである。このルーチンは、「取出し事象」時にAPMによって約1秒に1回呼び出される。各オペレーティング・システムは、それぞれの頻度で取出し事象を実行する。

【0138】Supervisorルーチンは図9の222から始まる。以下の記載では、コンピュータ・システム10が正常動作状態150から開始するものと仮定している。第1のタスクは、224で、ユーザがスイッチ21を押したか否かを試験することである。図6および図7に関

連した記載で詳細に説明するように、スイッチ21は、電源管理ポート・バイトを読み取ることによって試験される。電源管理ポートは、第2のPAL U2がスイッチ状態012のときに読み取られると、スイッチ21が押されていない場合はFFHを返し、スイッチ21が押されている場合はFEHを返す。

【0139】タスク224での試験が、ユーザがスイッチ21を押したことを示す場合、Supervisorルーチンは、226でサスペンド要求APMリターン・コードをセットし、次に228でAPMに戻る。APMは、セットされた「サスペンド要求」APMリターン・コードに応じて、必要なシステム・タスク（ハード・ディスクの同期化などの）を実行し、次に「サスペンド・コマンド」を発行する。サスペンド・コマンドによって、APM BIOS Routingルーチンは、サスペンド・ルーチン呼び出す。サスペンド・ルーチンについては、図10乃至図15に関連した記載で詳細に説明する。基本的に、サスペンド・ルーチンによってコンピュータ・システム10は正常動作状態150を終了し、サスペンド状態154に入り、数命令後（システムのサスペンド準備が完了していない場合）、あるいは数分、数時間、数日、数週、または数年後（システムがサスペンドされ、レジュームされる場合）にSupervisorルーチンに制御を返すことができる。サスペンド・ルーチンは、サスペンドなしで戻るか、サスペンドおよびレジュームの完了後に戻るかとは無関係に、常に、「Normal サスペンド・」APMリターン・コードをセットする。

【0140】大部分の場合、スイッチ21は押されておらず、Supervisorルーチンはタスク230に移行し、システムがレジュームしたか否かを確認する。サスペンド・ルーチンが呼び出されると、コンピュータ・システム10は、該ルーチンがサスペンドなしで戻るか、サスペンドおよびレジュームの完了後に戻るかとは無関係に、それ自体がレジュームされたものとみなす。レジュームについては230で試験され、コンピュータ・システム10がレジュームされた（または、ファイル活動のDMAによってサスペンドが実行されなかった）場合、正常レジュームAPMリターン・コードが232でセットされ、234でAPMに返される。APM OSドライバは、これに応じて、サスペンドの間に無効になったシステム・クロックおよびその他の値を更新する。

【0141】大部分の場合、コンピュータ・システム10はレジュームされておらず、Supervisorルーチンはタスク236に移行し、ユーザ活動について試験する。タスク236で、3種類のユーザ活動、すなわちハードファイル31活動、キーボード12活動、およびマウス13活動が試験される。Supervisorルーチンは、あらゆるAPM取出し事象について、ハードファイル・ヘッド、シリンダ、およびセクタの値を読み取り、マウス13が最後に送信したバイトの1バイト値（垂直位置である）

を読み取り、キーボード・ポートでの1バイト値(最後に押されたキーである)を読み取ると共に、実時間クロック98から分値を読み取る。この分値は、0分から59分までの範囲であり、各時間の始めに0分に戻る。5つの活動変数(ヘッド、シリンダ、セクタ、マウス・バイト、および、キーボード・バイト)および分値は一時的に記憶される。5つの活動変数は次に、前の取出し事象から保存された5つの活動変数と比較される。5つの現行値が前の取出し事象の5つの値と同じである場合、ユーザ活動は行われていない。値が異なる場合、ユーザ活動が行われており、現行の活動変数が、次の取出し事象時に読み取られる値と比較するために保存される。

【0142】前記の活動検出方式は、CPU上でルーチンを実行するというものである。また、活動をハードウェア的に監視することができる。たとえば、16本のハードウェア割込み線を活動に関して監視することができる。

【0143】活動があった場合、Supervisorルーチンは次に、238で、スタンバイ・フラグを試験することによってコンピュータ・システム10がスタンバイ状態152であるか否かを決定する。スタンバイ・フラグがセットされており、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152であることを示す場合、Supervisorルーチンは240で、スタンバイ状態152を終了し、正常動作状態150に入る。Supervisorルーチンは、スタンバイ状態152に入ったときに電源を遮断された装置に電源を再投入することによってスタンバイ状態152を終了する。好ましい実施例では、これは以下の動作を含む。(1)電源管理ポートに01Hが書き込まれ、ビデオ制御装置56がビデオ信号の生成を開始すると共に、第2のPAL U2が01₂状態のままになる。(2)固定ディスク制御装置86に適切な値が書き込まれ、ハード・ドライブ31内のハード・ディスクが回転を開始する。(3)スタンバイ・フラグがクリアされ、コンピュータ・システム10が正常動作状態150になったことを示す。

【0144】また、活動があった場合、実時間クロック98の分値が、次の取出し事象時に読み取られる分値と比較するために保存される。現行の分値を保存すると、241で、非活動スタンバイ・タイマと非活動サスペンド・タイマが効果的にリセットされる。通常の使用時には、ユーザ活動があり、Supervisorルーチンは242で事象なしAPMリターン・コードをセットし、243でAPM呼出しコードに戻る。APMはそれ以後、事象なしリターン・コードに応じてルーチンを呼び出すことはない。

【0145】タスク236での試験が、ユーザ活動がなかったことを示す場合、Supervisorルーチンは次に、245および247で、非活動スタンバイ・タイマおよび非活動サスペンド・タイマがそれぞれ満了しているか否

かを試験する。コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152の場合、非活動スタンバイ・タイマは満了に関して検査されない。その代わり、試験はタスク244でスキップされる。

【0146】2つのタイマは、保存された分値から現行の分値を減算し、ユーザ活動が発生した時からの分数に対応する値を得ることによって、満了に関して検査される。この値が、245で、非活動スタンバイ・タイムアウト値と、247で、非活動サスペンド・タイムアウト値と比較される。2つのタイムアウト値は、ユーザによって選択可能であり、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152に入ることがなく、あるいはサスペンド状態154に入ることがなく、あるいは一方のタイマの満了によってスタンバイ状態152またはサスペンド状態154に入ることがないように設定することができる。どちらかのタイムアウト値をゼロに設定するのは、タイマが満了してはならないことを示す。

【0147】最後のユーザ活動からの分数が非活動スタンバイ・タイムアウト値以上である場合、Supervisorルーチンは246で、コンピュータ・システム10をスタンバイ状態152に入らせる。非活動スタンバイ・タイマが満了していない場合、Supervisorルーチンは次に、247で非活動サスペンド・タイマを満了に関して試験する。一方、非活動スタンバイ・タイマが満了している場合、Supervisorルーチンは、一定の構成要素をそれぞれの低出力モードにすることによって、コンピュータ・システム10を、スタンバイ状態152に入らせる。好ましい実施例では、これは次の動作を含む。(1)電源管理ポートに05Hが書き込まれ、ビデオ制御装置56がビデオ信号の生成を停止すると共に、第2のPAL U2が01₂状態のままになる。(2)固定ディスク制御装置86に適切な値が書き込まれ、ハード・ドライブ31が低出力モードに入る(ハード・ドライブ内のハード・ディスクが回転を停止する)。(3)スタンバイ・フラグがセットされ、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152であることを示す。要するに、好ましい実施例では、Supervisorルーチンがビデオ信号を空白化し、ハード・ドライブ31内のハード・ディスクを回転すると共に、コンピュータ・システム10がスタンバイ状態152であることを示すフラグをセットする。Supervisorルーチンは、コンピュータ・システム10をスタンバイ状態152に入らせた後、247で、非活動サスペンド・タイマを満了に関して試験する。

【0148】247で、Supervisorルーチンは、非活動タイマが満了したか否かを試験する。最後のユーザ活動からの分数が非活動サスペンド・タイムアウト値以上の場合、Supervisorルーチンは、248でサスペンド要求APMリターン・コードをセットし、243でAPMに戻る。タスク226に関連した記載で説明したように、APMは、セットされたサスペンド要求APMリターン

・コードに応じて、必要なシステム・タスクを実行し、次にサスペンド・ルーチンを呼び出す。サスペンド・ルーチンは、図10乃至図15に関連した記載で詳細に説明するように、要するに、コンピュータ・システム10に正常動作状態150を終了させ、サスペンド状態154に入らせる。タスク226に関連した記載で説明するように、サスペンド・ルーチンは、コンピュータ・システム10のサスペンドの有無とは無関係にSupervisorルーチンに制御を返すことができる。一方、非活動サスペンド・タイマが満了していない場合、Supervisorルーチンは242で事象なしAPMリターン・コードをセットし、243でAPM呼出しコードに戻る。

【0149】大部分の場合、事象なしAPMリターン・コードはAPMに返されるが、様々な他の事象をAPMに返すこともできる。しかし、APMリターン・コードは各APM取出し事象について1つしか指定できない。たとえば、スタンバイ状態152に入った後、APMに事象なしが返される。サスペンド状態154を終了した後は、APMに"Normal Suspend" APMリターン・コードが返される。APMの待ち行列に入る特定のメッセージは、コンピュータ・システムの特性によって異なる。Supervisorルーチンは、正常レジュームAPMリターン・コードやサスペンド要求APMリターン・コードも返す。

【0150】Power-Upおよびレジューム・ルーチンは、サスペンド・ルーチンの知識があると最もよく理解される。したがって、APM BIOSルーチンについての説明は、以下の順序で進めるのが最もよいと考えられる。本発明のPower-Upルーチンの概要（前述の図8）、Supervisorルーチンの詳述（図9）、本発明のサスペンド・ルーチンの詳述（図10乃至図15）、本発明のPower-Upルーチンの詳述（図16乃至図18）、本発明のレジューム・ルーチンの詳述（図19乃至図23）、Save CPU Stateルーチンの詳述（図24乃至図27）、Restore CPU Stateルーチンの詳述（図28乃至図31）、Save.8259 Stateルーチンの詳述（図32乃至図34）。

【0151】本発明のコンピュータ・システム10の説明は、大部分のルーチンが相互に作用しており、サスペンド/レジュームプロセスが連続サイクルなので幾分循環的あり、Bootルーチン（図16乃至図18）またはレジューム・ルーチン（図19乃至図23）の前にサスペンド・ルーチン（図10乃至図15）を説明しておく、最も有用であると考えられる。ここで、図10乃至図15を参照すると、サスペンド・ルーチンのフローチャートが示されている。normal bootルーチン204乃至210またはレジューム・ブート・ルーチン214乃至220を実行した後、コンピュータ・システム10が正常動作状態150になることに留意されたい。さらに、図8に関連した記載で説明したように、コンピュータ・システム10が正常ブート（204乃至210）し

たか、レジュームブートしたか（214乃至220）とは無関係に、どちらかのルーチンが終了した後、図8に示すSupervisorルーチンなどのAPM OSドライバはAPM BIOSルーチンを認識する。この結果、APMは約1秒おきにSupervisorルーチンをボールする。

【0152】サスペンド・ルーチンは、図10乃至図15に示されており、250から始まる。サスペンド・ルーチンは、SupervisorルーチンがAPMにサスペンド要求APMリターン・コードを返すことに応じて、APMによって呼び出される。まず、252に示すように、Save CPU Stateルーチンが呼び出される。Save CPU Stateルーチンについては、図24乃至図27に関連した記載で説明する。今のところ、サスペンド・ルーチンが最初に呼び出されるときにCPU 40がどんなモードであろうとも、サスペンド・ルーチンの残りは、CPU 40がリアル・モードの状態で行われ、したがって、許可されたアドレス空間外で命令を実行しようとし、または特権をもつ命令を実行しようとすることによって起こる可能性があるエラーを発生させる恐れなしに実行することができる、と言っておけば十分であろう。

【0153】253で、Save CPU Stateルーチンは固有の方法で、サスペンド・ルーチンにプログラム制御を返す。Save CPU Stateルーチンからサスペンド・ルーチンへの「リターン」は、CPUのリセットを伴う。「リターン」については、以下の、図24乃至図27のタスク630および632に関連した記載に詳細に説明する。サスペンド・ルーチンに関する重要な事項は、CPUレジスタがセグメントE000Hに書き込まれており、CPU 40が現在、リアル・モードであることである。

【0154】サスペンド・ルーチンは次に、254で、スイッチ21が押されたか否かを確認する。スイッチ21の閉鎖は、図6および図7に関連した記載で説明するように試験される。簡単に言うと、スイッチ21が押されている場合、電源管理ポートは、読み取られるとFEHを返す。押されていない場合は、読み取られるとFFを返す。スイッチ21が押されていない場合、実行中のサスペンドはソフトウェア・サスペンドであり、CMOS NVRAM 96中でソフトウェア・サスペンド・フラグがセットされる。これによって、ソフトウェア・サスペンドが、スイッチ閉鎖によって開始されるハードウェア・サスペンドと混同されることはなくなる。サスペンドがソフトウェア・サスペンドである場合、次のスイッチ閉鎖によってサスペンドはハードウェア・サスペンドになる。ソフトウェア・サスペンドをハードウェア・サスペンドに変換した後の次のスイッチ閉鎖によって、サスペンドは中止される。

【0155】次に、260に示すように、BIOS ROM 88がアンシャドウされる。BIOS ROM 88は、まずセグメントC000HおよびD000HへのISAアクセスをオフにすることによってアンシャドウされる。次に、BIOSベクトル

が、セグメントC000HおよびD000HではなくROM 88を指すように変更される。次のタスクは、262に示す、セグメントC000H中のスタックのセットアップである。

【0156】スタックがセットアップされた後、サスペンド・ルーチンは264で、DMA制御装置72、ディスク・アダプタ84、およびIDEディスク制御装置86を検査し、DMA転送、フロッピー・ドライブ転送、またはハードファイル転送がそれぞれ、現在実行中であるか否かを確認する。実行中である場合、これらの3種の転送に固有の特性によって、十分なサスペンドを実行することが妨げられるので、サスペンドを実行することはできない。たとえば、ハード・ドライブ31からのハードファイル転送を実行中の場合、データはすでにIDE制御装置によって読み取られているが、まだシステム・メモリ53に転送されていない。このデータは、CPUによってうまくアクセスすることはできず、したがって、システムがハード・ファイル読取りの途中でサスペンドされた場合は脱落する。したがって、これらの3種の転送のうちどれかを実行中の場合、サスペンドは、次のAPM取出し事象で、DMAおよびディスク制御装置が活動についてもう1度試験されるまで延期される。

【0157】したがって、252、260、および262で実行されるタスクは、制御をAPMに戻すことができるように反転しなければならない。まず、265に示すように、BIOSが読取り／書き込みから読取り専用に変更される。これは、依然として、シャドウされたデータを含むセグメントC000HおよびD000Hをクローズすることによって行われる。次に、この2つのセグメントへのISAアクセスが再びオンになる。タスク262で作成されたスタックがポップされ、復元される。最後に、267で、制御がAPMに戻される前に、266で、Restore CPU StateルーチンによってCPU状態が復元される。サスペンド・ルーチンは、APMによって、次の取出し事象時に再び、約1秒おきにポーリングされる。その時までには、おそらく、サスペンド・プロセスを妨げた転送が完了しており、サスペンドを続行することができる。

【0158】ここで、タスク264に戻る。現在、DMA転送、フロッピー・ドライブ転送、ハードファイル転送をまったく実行していない場合、サスペンドを実行することができる。268からサスペンド・ルーチンが続行する。スイッチ21を押すと、フェールセーフ・タイマが使用可能になることに留意されたい。したがって、第1のタスクは、268に示すように、図6に関連した記載で説明するフェールセーフ・タイマのリセットである。フェールセーフ・タイマは、図6および図7に関連した記載で詳細に説明するように、電源管理ポートにOX112を書き込むことによってリセットされる。これによって、第2のPAL U2のピン19（図6中の）は、C2乃

至R4で発生している電圧をドレインし、それによって、C2での約DC 2.7 Vの累積電圧がQ1を通電させるのを防止する。図6および図7に関連した記載で詳細に説明するように、Q1が通電し、第2のPAL U2のピン11を論理ゼロにプルすると、第2のPAL U2内の回路が第2のPAL U2のピン12に論理"1"を出力させ、それによって、電源17がコンピュータ・システム10への調整された電力の提供を停止することに留意されたい。したがって、C2をサスペンド・ルーチンによって少なくとも約10秒おきにドレインして、電力がサスペンドの途中で除去されるのを防がねばならない。

【0159】次に、270で、8042補助プロセッサ104の状態が保存される。8042補助プロセッサ104レジスタは、当技術分野で周知である。このレジスタは、CPU40によって直接読取り可能であり、その値はD000Hのデータ構造に直接書き込まれる。

【0160】次に、272で、8259割り込み制御装置92の状態が保存される。サスペンド・ルーチンは、図32乃至図34に関連した記載で詳述する8259 Save Stateルーチン呼び出す。今のところ、8259 Save Stateルーチンは、2つの8259割り込み制御装置92の未知のレジスタの一部が書き込み専用の場合でも、その内容を確認する、と言っておけば十分であろう。レジスタ値は、D000Hのデータ構造に直接書き込まれる。

【0161】8259割り込み制御装置92の状態を保存した後、8259割り込み制御装置92の構成を既知の状態に変更して、サスペンド・ルーチンによって実行される様々な割り込み駆動タスクが正しく機能できるようにしなければならない。したがって、274で、BIOSデータ領域およびベクトル・テーブルがスワップされる。サスペンド・ルーチンは、セグメント0000H中の現在の状態のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルの内容をセグメントD000Hの位置にコピーする。次に、既知の状態のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルの内容がセグメントD000H中のデータ構造からセグメント0000Hにコピーされる。既知の状態のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルは、後述の、図16乃至図18に示すBoot-Upルーチンのタスク414で、セグメントD000Hにコピーされる。最後に、現在の状態のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルが、セグメント0000HからセグメントD000Hのデータ構造にコピーされる。274でのルーチンが終了すると、割り込み13H（ディスク読取り／書き込み）や割り込み10H（ビデオ・アクセス）などのすべての割り込みは、所期されたとおりに機能する。

【0162】次に、276で、タイマ102の状態が保存される。該タイマのレジスタは当技術分野で周知である。これらのレジスタはすべて、CPU40によって直接読取り可能であり、レジスタの値はD000Hのデータ構造に直接書き込まれる。276では、固定ディスク制御装置86の状態も保存される。固定ディスク制御装置

86レジスタは当技術分野で周知である。これらのレジスタはすべて、CPU40によって直接読取り可能であり、レジスタの値はD000Hのデータ構造に直接書き込まれる。

【0163】次のステップは、ハード・ドライブ31上のサスペンド・ファイルに書き込むシステム・メモリを準備することである。システム・メモリは、システムRAM53（メイン・メモリと拡張メモリを共に含む）とビデオ・メモリ58を備えている。このとき、システムRAM53の各部を外部キャッシュ60に入れることができる。CPUキャッシュは、以下の、図24乃至図27に関連した記載で説明するタスク628でフラッシュされている。したがって、システムRAM53をハード・ドライブ31に書き込めるようにするには、外部キャッシュをフラッシュしておかねばならない。ゆえに、外部キャッシュ60は286でフラッシュされる。フラッシュが完了した後、システムRAM53は元のままであり、メモリ・データはCPUキャッシュ41にも外部キャッシュ60にも残っていない。

【0164】コンピュータ・システム10上で実行中のコードは、固定ディスク制御装置86を未知の状態にしている可能性がある。したがって、次のステップは、292で、固定ディスク制御装置86を既知の状態に初期化することである。これは、固定ディスク制御装置86内のレジスタに直接値を書き込むことによって行われる。

【0165】次に、294で、ハード・ドライブ31内の固定ディスク上にサスペンド・ファイルを配置しなければならない。サスペンド・ファイルのヘッド、セクタ、およびシリンダはCMOSメモリ96に記憶される。サスペンド・ファイルが配置されると、ファイル・サイズおよびシグニチャが読み取られる。好ましい実施例では、シグニチャは、サスペンド・ファイルの存在を示す任意の長さのASCIIコードである。ハード・ファイル・システム上でランダムに見つかる確率が非常に低い2進文字列を使用するなど、シグニチャの他の代替実施態様が可能である。

【0166】サスペンド・ファイル用のファイルサイズおよびシグニチャを読み取った後、次のステップは、296で、シグニチャおよびファイルサイズが正しいことを確認することである。シグニチャが誤りであり、他のプログラムがサスペンド・ファイルを修正した可能性があることを示し、あるいはファイルサイズが誤りであり、サスペンド・ファイル・サイズが修正されたことを示す場合、サスペンド・ルーチンは、298で、図24乃至図27のタスク652から開始するFatal Suspend Errorルーチンを呼び出す。ユーザがスイッチ17を押してFatal Suspend Errorルーチンを終了すると、プログラム制御がタスク299からタスク506にジャンプする。

【0167】一方、シグニチャが正しく、サスペンド・ファイルが十分な大きさである場合、サスペンド・ルーチンは引き続き、コンピュータ・システム10の状態をメモリに書き込むことができる。

【0168】コンピュータ・システム10の状態をハード・ドライブ31に書き込む前に、297で、フェールセーフ・タイマC2がリセットされ、スイッチ21が、再び押されたか否かを検出するために試験される。図6および図7に関連した記載で詳細に説明するように、電源管理ポートへの読取りがFEHを返す場合、スイッチ21は再び押されてはならず、サスペンドを続行する必要がある。一方、電源管理ポートへの読取りがFFHを返す場合、スイッチ21が再び押されており、サスペンドは中止される。サスペンド・ルーチンの幾つかの点で、C2がドレインされ、スイッチ21が閉鎖に関して試験される。タスク297は、例示のためのものに過ぎない。当技術分野の回路設計者は、C2ドレインの数とC2ドレイン間の時間を決定することができる。サスペンド・ルーチンは、C2が、電源17を「オフ」にする前にドレインされ、それによってフェールセーフ・タイマがリセットされるようにする必要がある。同様に、スイッチ21を時々検査する必要がある。スイッチ21が再び押されており、ユーザがサスペンドを中止したいことを示している場合、コードはレジャー・ルーチン中の適切な点にジャンプし、すでにサスペンド・ルーチンによってサスペンドされているものをサスペンド解除する必要がある。

【0169】同様に、350で、Ctrl-Alt-Delはサスペンドを中止する。Ctrl-Alt-Deleteを押す（制御キー、Altキー、および削除キーを同時に押す）ことは、IBM BIOSおよびインテル80X86 CPUファミリに基づく典型的なコンピュータ・システムをリセットする周知の方法である。コンピュータ・システム10は、BIOS割込み1ハンドラによって、当技術分野で周知の方法でCtrl-Alt-Delを処理する。350で、コンピュータ・システム10は、わずかに修正された割込み1ハンドラを有しており、352で、該ハンドラがCMOSメモリ96中のサスペンド・フラグをクリアし、354で、リセット時にBoot-Upルーチンにジャンプする。

【0170】本発明のコンピュータ・システム10では、サスペンド・ルーチンの実行中にCtrl-Alt-Delを押すと、コンピュータ・システム10はオフ状態156に入る。これは、スイッチ21の閉鎖後に第2のPAL U2がスイッチ状態102になり、Ctrl-Alt-Delを押すと、Boot-Upルーチンが呼び出され、Boot-Upルーチンが電源管理ポートに00Hを書き込み、第2のPAL U2を既知の状態にするために発生する。しかし、図6および図7に関連した記載で説明するように、第2のPAL U2がスイッチ状態102のときに第2のPAL U2に00Hを書き込むと、第2のPAL U2は電源17にシステム電源の提供を停

止させる。このため、サスペンド・ルーチンのときにCtrl-Alt-Delを押すと、コンピュータ・システム10はオフ状態156に入る。

【0171】ここで、タスク300を参照する。300で、サスペンド・ファイルが再び、ハード・ドライブ31上に配置され、サスペンド・ファイルの最初のバイトにシグニチャ・フレーズが書き込まれる。次に、302で、セグメントD000H中の64キロバイトのデータ全体がサスペンド・ファイルに書き込まれる。D000Hのこの64Kコピーは実際はブレース・ホルダに過ぎず、サスペンド・ルーチンの終りにこれと同じ位置に再書き込まれる。

【0172】次に、サスペンド・ファイルにシステム・メモリが書き込まれる。これは、システムからデータを読み取り、該データを圧縮してセグメントC000Hに書き込み、最後に、圧縮されたデータをセグメントC000Hからサスペンド・ファイルに書き込むツイン・バッファ・システムによって行われる。2つのルーチンが時間多重化方式で動作し、一方はデータを圧縮してセグメントC000Hに書き込み、他方はサスペンド・ファイルに書き込む。前者はフォアグラウンドで動作し、後者はバックグラウンドで動作するinterrupt-drivenルーチンである。言うまでもなく、CPU 40は1つしかないので、所与の時間に1つのルーチンしか実行できない。しかし、後者のルーチンは割込み駆動なので、必要に応じて前者のルーチンの実行に割り込み、データのサスペンド・ファイルへの転送速度を最適化することができる。2つのバッファはそれぞれ、長さが8キロバイトである。この長さは、ハード・ドライブ31への転送時間を最適化すると考えられる。

【0173】このプロセスは、304で、第1の8Kバッファを充填するのに十分なデータの読取り、圧縮、C000Hへの書き込みと共に開始する。このデータは、ラン・レングス・コード化方式を使用して圧縮される。しかし、任意の適切な圧縮方式を使用することが可能である。このとき、306で、概略的に307に示されるWrite from Bufferルーチンが開始される。Write from Bufferルーチン307は、バックグラウンドで動作し、タスク308乃至310から構成されるinterrupt-drivenルーチンである。概略的に311に示されるCompressionルーチンは、タスク312乃至318を備えており、フォアグラウンド・ルーチンである。Write from Bufferルーチン307はまず、308で、タスク304によって充填されたばかりのバッファをサスペンド・ファイルに書き込む。Write from Bufferルーチン307がそのバッファの内容をサスペンド・ファイルに書き込む間に、Compressionルーチン311は、312で引き続き、システム・メモリから次のバイトを読み取り、圧縮して、圧縮されたデータを2つの8Kバッファのうち他方に書き込む。Compressionルーチン311がバッファ

を、圧縮されたデータで充填すると、次のステップは、314で、システム・メモリ全体が圧縮されたか否かを決定することになる。

【0174】固定ディスク制御装置86は、データをハード・ドライブ31にさほど高速に書き込むことができない。その結果、Compressionルーチン311は常に、Write from Bufferルーチン307がバッファのハード・ドライブ31への書き込みを終了する前に、ハード・ドライブ31に書き込まれていない8Kバッファの充填を終了することになる。したがって、Compressionルーチン311は、Write from Bufferルーチン307がバッファのハード・ドライブ31への書き込みを終了するのを待たねばならない。Compressionルーチン311は、圧縮および書き込みを終了していないシステム・メモリの部分がある場合、316で、Write from Bufferルーチン307を待つ。Compressionルーチン311とWrite from Bufferルーチン307は、1組のフラグを介して通信する。Write to Bufferルーチン307は、現行のバッファのサスペンド・ファイルへの書き込みを終了すると、次に、バッファ・フラグを切り替え、Compressionルーチン311に、圧縮されたデータの、サスペンド・ファイルに書き込まれたばかりのバッファへの充填を開始できることを示す。次に、タスク297に関連した記載で説明するように、309で、フェールセーフ・タイマC2がリセットされ、スイッチ21が閉鎖事象に関して検査される。

【0175】Write to Bufferルーチン307は次に、310で、サスペンド・ファイルに書き込まれたばかりのバッファが、最後に書き込むバッファか否かを決定する。最後に書き込むバッファではない場合、Write from Bufferルーチン307は、サスペンド・ファイルに、Compressionルーチン311によって充填されたばかりのバッファを書き込む。その間に、Compressionルーチン311は、バッファ・フラグを検査することによって、バッファが、それ以上の圧縮されたシステム・メモリに対する準備を完了したと決定している。すなわち、Compressionルーチンは、316で、Write from Bufferルーチン307が現行のバッファを終了するまで待つ。該ルーチン307が現行のバッファを終了すると、312から圧縮ループが続行する。ビデオ・メモリ58は圧縮されないことに留意されたい。その代わり、ビデオ・メモリ58は、VESA呼出しを使用し、ビデオ制御装置56を介して読み取られ、上記で詳細に説明したツイン・バッファ・システムを使用して圧縮なしで書き込まれる。

【0176】Compressionルーチン311は、すべてのシステム・メモリの圧縮を終了すると、318で、Write from Bufferルーチン307が最後のバッファのサスペンド・ファイルへの書き込みを終了するのを待つ。Write from Bufferルーチン307は、終了すると、310から318に枝分かれして存在しなくなる。この時点

で、バックグラウンド・ルーチンはまったく実行しておらず、320からメイン・プログラムが続行する。

【0177】次に、320で、ビデオ制御装置56の状態が保存される。ビデオ制御装置56レジスタは当技術分野で周知である。これらのレジスタはすべて、CPU 40から直接読取り可能であり、その値はD000Hのデータ構造に直接書き込まれる。また、タスク320で、DMA装置71（DMA制御装置72および中央アービタ82）、8277ディスク制御装置84、およびRS-232 UART 94の状態が保存される。これらの装置は、当技術分野で周知のレジスタを有する。8277ディスク制御装置84およびRS-232 UART 94内のすべてのレジスタは、CPU 40によって直接読取り可能であり、その値はD000Hのデータ構造に直接書き込まれる。DMA装置71は読取りレジスタを有していない。その代わり、通常、各DMA転送の前に書き込み専用レジスタがセットアップされる。このため、サスペンド・ルーチンは、DMA転送を実行中の場合は停止する。

【0178】コンピュータ・システム10がサスペンド・状態150に入った後、サスペンド・ファイルに対する干渉を検出できることが好ましいと考えられる。たとえば、誰かが、修正されたサスペンド・ファイルを生成して、そのサスペンド・ファイルをハード・ドライブ31に移動し、コンピュータ・システム10を保存された状態と異なる状態で復元しようとする可能性がある。この目的のために、セグメントD000Hデータ構造に擬似ランダム値が配置されている。328に示すように、タイム102のうち1つから16ビット・タイムスタンプが読み取られる。このタイムスタンプは次に、セグメントD000Hデータ構造に書き込まれる。

【0179】次に、繰上りビットを考慮せずにD000H中の各16ビット・ワードを加算することによって、D000Hセグメント全体の16ビット・チェックサムが算出される。このチェックサムは、330で、セグメントD000Hデータ・セグメントに書き込まれ、332で、CMOSメモリ96に書き込まれる。この後、334で、すべての作業変数がCPU 40からセグメントD000Hデータ構造に書き込まれ、336で、セグメントD000H全体が、サスペンド・ファイルのシグニチャ・フレーズの後（シグニチャの直後）から再書き込みされる。次に、338で、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされ、コンピュータ・システム10に、該システム10の状態がサスペンド・ファイルに保存されたことを示す。

【0180】次に、CPU 40は、電源管理ポートにX102を書き込むことによって電源を「オフ」にし、第2のPAL U2を102状態に入らせる。第2のPAL U2が102状態に入ると、第2のPAL U2のピン12出力が論理"1"をアサートし、SRラッチの出力ピン3が論理"0"状態にラッチされ、R6によってONが"ハイ"にプルされ、電源17の一次調整装置172が ± 5 および ± 12 回

線に沿った調整された電圧の供給を停止することによって、ただちに電源17がオフになる。電圧が約ゼロまでランプ・ダウンするには数秒かかり、CPU 40に多数のコマンドを実行する時間が与えられる。したがって、CPU 40は、342で、電源17によって生成されるシステム電源電圧が降下するのを待つ際に、CPU 40自体が機能を停止するまでエンドレス・ループ（「回転」）を実行する。

【0181】ここで、図16乃至図18を参照すると、Boot-Upルーチンの詳細が示されている。ブート・プロセスについては、図8に関連した記載で概説した。Boot-Upルーチンは、380で、CPU 40が、リセット・ベクトルの指すコードにジャンプし、それを実行するときに始まる。これは、CPU 40が電源を投入されるたびに行われ、CPU 40が、リセット・ベクトルの指すコードにジャンプすることによってリセットされるときに行われる。そのようなリセット手順は、当技術分野で周知である。

【0182】第1のタスクは、382で、CPU 40を試験し、メモリ制御ユニット46を初期化することである。CPU 40は、POSTルーチンによって試験される。メモリ制御ユニット46は、POSTルーチンによって初期化される。

【0183】次に、シャドウ・メモリが試験され、BIOSがROM 88からシステムRAM 53のシャドウ・メモリ部分にコピーされる。実行されるコードの流れは、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされているか否かに依存する。サスペンド・フラグがセットされている場合、コンピュータ・システム10はサスペンド状態150であり、コンピュータ・システム10を、サスペンドされたときの状態に復元する必要がある。セグメントE000HおよびF000H中のシステムRAM 53には簡略試験が行われる。コンピュータがレジュームするのにかかる時間を削減するために、メモリは、サイズが丁度か否かに関してだけ検査され、ゼロ化される（各位置に000Hが書き込まれる）。

【0184】一方、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがクリアされている場合、セグメントE000HおよびF000H中のシステムRAM 53に、(1)スティッキー・ビット試験、(2)ダブル・ビット・メモリ試験、および(3)クロス・アドレス回線試験が行われる。これらの試験は当技術分野で周知である。

【0185】セグメントE000HおよびF000Hを試験した後、BIOSをシャドウすることができ。これは、ROM 88の内容をシステムRAM 53にコピーし、メモリ制御装置を、RAMからBIOSを実行するように構成することを伴う。BIOSのシャドウイングは、システム速度を上げるために行われる。システム性能は、BIOSが遅い方のROM 88（典型的なアクセス時間は250ナノ秒）ではなく、速い方のシステムRAM 53（典型

的なアクセス時間は80ナノ秒)から動作するために拡張される。BIOSのシャドウイングは、BIOSコピアーを、下位メモリ中のアドレスにロードすること、BIOSをROM 88からシステムRAM 53のセグメントE000HおよびF000Hにコピーすること、およびシャドウRAMを使用可能にすることから構成されている。

【0186】次に、384で、ビデオ制御装置56が試験され、初期化されると共に、ビデオ・メモリ58が試験される。これらの試験および初期化は、当技術分野で周知である。

【0187】実行されるコードの流れは、386で、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされているか否かによって異なる。サスペンド・フラグがセットされている場合、残りのシステムRAM 53は、タスク383と同様に、サイズに関してだけ検査され、ゼロ化される。しかし、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがクリアされている場合、残りのシステムRAM 53は、タスク398で、タスク383に関連した記載で説明する3段階のインデプス・メモリ試験を使用して試験される。

【0188】メモリが試験された後、400で、8259、UART、8042、その他を含む補助装置が試験され、初期化される。タスク408で、固定ディスク制御装置が初期化される。

【0189】実行されるコードの流れは、409で、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされているか否かによって異なる。サスペンド・フラグがセットされており、電力が最後に除去されたときにシステムの状態が正常に保存されたことを示している場合、Boot-Upルーチンは固定ディスク制御装置86およびハード・ドライブ31の試験をスキップする。一方、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがクリアされており、電力が最後に除去されたときにシステムの状態が保存されなかったことを示している場合、Boot-Upルーチンは、タスク410で、当技術分野で周知の方法で、固定ディスク制御装置86およびハード・ドライブ31の完全な試験を実行する。

【0190】次に、412で、8277ディスク制御装置84が試験され、初期化される。

【0191】この時点で、すべての装置が初期化されており、ベクトルが既知の位置を指すので、すべての割込みルーチンは所期されたとおりに動作する。したがって、Boot-Upルーチンは、414で、BIOSデータ領域およびベクトル・テーブルをスナップショットし、BIOSデータ領域およびベクトル・テーブルのコピーをセグメントD000Hのデータ構造に書き込む。BIOSデータ領域およびベクトル・テーブルのこのコピーは、タスク274で、サスペンド・ルーチンによって、コンピュータ・システム10を既知の状態にするために使用され、すべての割込みは所期されたとおりに動作する。

【0192】次に、416で、BIOS拡張機能が当技術分野で周知の方法で「走査され」、初期化される。BIOS拡張機能とは、ネットワーク・アダプタなどの周辺アダプタによってシステムに追加されたBIOSコード・ブロックである。BIOS拡張機能は通常、ISAバス76上のセグメントC000HおよびD000Hに配置され、BIOS拡張機能を識別する関連「シグニチャ」を有する。BIOS拡張機能が検出されると、長さが検査されると共に、チェックサムが算出され、検査される。シグニチャ、長さ、およびチェックサムがすべて、有効なBIOS拡張機能が存在することを示す場合、プログラム制御は、シグニチャから3バイト先に配置された命令に移り、BIOS拡張機能は、周辺アダプタの初期化などの必要なタスクを実行することができる。拡張機能が実行を終了すると、制御がBoot-Upルーチンに戻り、該ルーチンがそれ以上のBIOS拡張機能を探索する。それ以上のBIOS拡張機能は、前述のBIOS拡張機能と同様に処理される。それ以上BIOS拡張機能が検出されない場合、Boot-Upルーチンはタスク417に移行する。

【0193】417で、Boot-Upルーチンは、サスペンド・ファイルに特定の割り振られたパーティションと思われるハード・ドライブ31上のパーティションを探索する。パーティション・テーブルでPS/1識別子("F E")を備えたパーティションが見つかり、そのパーティションがこの特定のシステム用のサスペンド・ファイルに適応するのに十分な大きさをもつ場合、そのパーティションはサスペンド・ファイル用のものと決定される。この結果、サスペンド・ファイルが、当技術分野で周知の方法で、ファイル割り振りテーブル(FAT)に割り振られ、サスペンド・ファイル・シグニチャがファイルの最初のバイトに書き込まれ、ファイルの開始ヘッド、セクタ、およびシリンダがCMOSメモリ96に書き込まれる。

【0194】実行されるコードの流れは次に、418で、CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされているか否かに応じて枝分かれする。サスペンド・フラグがクリアされている場合、Boot-Upルーチンは、420で、PBOOTルーチンに制御を渡す。PBOOTは、当技術分野で周知であり、フロッピー・ディスクまたはハード・ドライブ31からオペレーティング・システム(OS)とコマンド・インタプリタをロードする必要がある。本発明のnormal bootingルーチンは、OSをロードするとき、タスク417でサスペンド・ファイル用のパーティションが見つからなかった場合に、OSが、FATに連続セクタのファイルを割り振る(必要に応じて領域の断片化を解消する)特定のドライバを実行し、シグニチャをサスペンド・ファイルの最初のバイトに書き込み、CMOSメモリ96にサスペンド・ファイルの開始ヘッド、セクタ、およびシリンダを書き込むという点でわずかに修正されている。

【0195】サスペンド・ファイルをいつ割り振るかは無関係に、FAT中の領域を連続セクタとし、ディスクへの高速書込みおよびディスクからの高速読取りをそれぞれサスペンドおよびレジューム時に可能にする必要がある。

【0196】PBOOTは次に、CONFIG.SYSファイルで見つけられる命令に基づき、システムを構成する。最後に、PBOOTはAUTOEXEC.BATファイルに制御を渡し、該ファイルは最終的に、オペレーティング・システムに実行制御を渡す。CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがクリアされており、電力が最後に除去されたときにシステムの状態が保存されなかったことを示している場合、421に関連した記載で詳細に説明するRESUME.EXEは無視される。

【0197】再び、1番上のタスク418を参照する。CMOSメモリ96中でサスペンド・フラグがセットされており、電力が最後に除去されたときにシステムの状態が保存されたことを示している場合、実行されるコードの流れは、419で、CMOSメモリ96中で再初期化アダプタ・フラグがセットされているか否かに応じて枝分かれする。再初期化アダプタ・フラグがセットされている場合、Boot-Upルーチンは、421で、PBOOTルーチンに制御を渡す。本発明のPBOOTは、通常のPBOOTルーチンと同様に、CONFIG.SYSおよびAUTOEXEC.BATファイルで見つけられるコマンドに従ってシステムを構成する。これらのファイルは、特に、当技術分野で周知の方法でドライバをロードし、システムを構成する。

【0198】CONFIG.SYSおよびAUTOEXEC.BAT中のコマンドは、システム中のアダプタ・カードを初期化することができる。この適用業務は、次の3種のアダプタ・カードが存在するものと仮定している。タイプIアダプタは初期化を必要としない。タイプIIアダプタは初期化を必要とするが、BIOS拡張機能、あるいはCONFIG.SYSまたはAUTOEXEC.BATファイルに従ってロードされるドライバによって既知の作業状態になる。タイプIIIアダプタは、システム上で実行するコードによって修正される。タイプIおよびタイプIIアダプタを備えたシステムはサスペンドし、復元することができる。しかし、タイプIIIアダプタを備えたシステムは、多数のネットワーク化アダプタを含み、カードが、エラーから回復するためのルーチンを有していないかぎり、復元することはできない。システムは、エラーから回復するタイプIIIカードをサスペンドすることができる。

【0199】ファイルRESUME.EXEは、好ましい実施例ではAUTOEXEC.BATに追加され、プログラム制御をPBOOTからレジューム・ルーチンに転送する必要がある。タスク420でのPBOOTは、RESUME.EXEの存在を無視する。しかし、タスク421のPBOOTはRESUME.EXEを実行し、RESUME.EXEは、PBOOTによってCONFIG.SYSおよびAUTOEXEC.BATからロードされる装置ドライバによるタイプIIアダ

プタの初期化が終了した後に、レジューム・ルーチンに制御を渡す。

【0200】再び、タスク419を参照する。CMOSメモリ96中で再初期化アダプタ・フラグがクリアされている場合、Boot-Upは、422で、CONFIG.SYSまたはAUTOEXEC.BATを処理せずに、制御を直接レジューム・ルーチンに渡す。レジューム・ルーチンは、ハード・ドライブ上のサスペンド・ファイルからシステム状態を復元する。このルーチンについては、図19乃至図23に関連した記載で詳細に説明する。

【0201】ここで図19乃至図23を参照すると、レジューム・ルーチンの詳細、すなわちタスク450乃至530が示されている。構成プロセス時に、おそらく、BIOSデータ領域およびベクトル・テーブルは未知の状態に修正される。したがって、基本BIOSルーチンは、所期されたとおりに機能する場合と、しない場合がある。このため、レジューム・ルーチンは、454で、セグメントD000Hを読取り/書込みとして使用可能にし、456で、Swap BIOS Data Area & Vector Tableルーチンを呼び出す。このルーチンは、タスク414でセグメントD000Hにコピーされた既知の良好なBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルを、セグメント0000Hで現在活動的である修正されたBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルとスワップする。このルーチンが終了すると、既知のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメントD000Hで活動的になり、修正されたBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメントD000Hに入り、BIOSルーチンは所期されたとおりに機能する。

【0202】次に、レジューム・ルーチンは、458で、キーボードおよびハード・ドライブをサポートするものを除くすべての割込みを使用不能にする。レジューム・ルーチンは次に、460で、ハード・ドライブ31上にサスペンド・ファイルを配置し、ファイル・サイズおよびシグニチャを読み取る。シグニチャとは、前述のように、サスペンド・ファイル用のマルチバイト識別子である。実行されるコードの流れは、462で、サスペンド・ファイルが正しいサイズおよびシグニチャを有するか否かに応じて枝分かれする。サスペンド・ファイルが正しいサイズおよびシグニチャを有していない場合、464で、レジューム・ルーチンがCMOSメモリ96中のサスペンド・フラグをクリアし、466で、プログラム制御が、リセット・ベクトルの指す位置にあるコードに渡され、それによってシステムは、サスペンドされなかった場合と同様にブートする。一方、サスペンド・ファイルが正しいサイズおよびシグニチャを有する場合、レジューム・ルーチンは、468で、シグニチャの次に配置されたサスペンド・ファイルの64Kブロック（セグメントD000H情報に対応するサスペンド・ファイルの部分）をセグメントC000Hに読み込む。

【0203】次に、470で、C000H中のブロックのチ

チェックサムが算出され、472で、CMOS不揮発性メモリ96から、前に記憶されたチェックサムが読み取られ、474で、タスク470で算出されたチェックサムがタスク330で算出されたチェックサムと同じか否かに応じて、実行されるコードの流れが枝分かれする。タスク470で算出されたチェックサムがタスク330で算出されたチェックサムと同じでない場合、サスペンド・ファイルには何らかの欠陥があり（たとえば、変更された可能性がある）、制御はタスク464に移る。タスク464は、タスク464および466に関連した記載で説明するように、サスペンド・フラグをクリアし、システムをリセットする。タスク470で算出されたチェックサムがタスク330で算出されたチェックサムと同じである場合、サスペンド・ファイルはサスペンド・ルーチンで書かれたファイルと同じものと仮定され、476で、セグメントC000H中のデータがセグメントD000Hにコピーされる。C000HデータがD000Hにコピーされる際に、修正されたBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルが上書きされ、したがって回復不能になることに留意されたい。

【0204】ここで、レジューム・ルーチンは、478で、システムを復元中であり、ユーザがCtrl-Alt-Delを押してレジュームを中止する必要があることをユーザに通知する特殊信号画面を画面に書き込む。サスペンド・ルーチンの場合と同様に、Ctrl-Alt-Delを押すと、526でサスペンド・フラグがクリアされ、528で、システムがリブートする。しかし、リブート時には第2のPALU2がスイッチ状態012であり、したがって、電源管理ポートにX00Hを書き込んでも電源17はシステム電源の供給を停止しない。ゆえに、システムは通常、Ctrl-Alt-Delが押され、レジューム・ルーチンが実行中のときにリブートする。

【0205】次に、8277ディスク制御装置84、DMA装置71、およびRS-232 UART94がそれぞれ480、482、および484で、値をセグメントD000Hデータ構造からそれぞれのレジスタに書き込むことによって復元される。

【0206】次に、タスク486乃至500で、サスペンド・ルーチン中のタスク304乃至318に関連した記載で説明するルーチンに似たツイン・バッファ・ルーチンを使用して、サスペンド・ファイルからシステム・メモリが復元される。このツイン・バッファ・システムは、圧縮されたデータを、サスペンド・ファイルから読み取り、セグメントC000Hに書き込み、圧縮解除して、システム・メモリに書き込む。2つのルーチンは、時間多重化方式で動作し、一方は、サスペンド・ファイルからデータを読み取って、セグメントC000Hに書き込み、他方は、データを圧縮解除し、圧縮解除されたデータをシステム・メモリに書き込む。後者はフォアグラウンドで動作し、前者はバックグラウンドで動作するinterrupt-

t-drivenルーチンである。言うまでもなく、PU 40は1つしかないで、所与の時間に1つのルーチンしか実行できない。しかし、前者のルーチンは割込み駆動なので、必要に応じて後者のルーチンの実行に割り込み、データのサスペンド・ファイルからの転送速度を最適化することができる。2つのバッファはそれぞれ、長さが8キロバイトである。この長さは、転送時間を最適化すると考えられる。

【0207】このプロセスは、486で、第1の8Kバッファを充填するのに十分なデータを、サスペンド・ファイルから読み取り、セグメントC000Hに書き込むことから始まる。このとき、306で、概略的に489に示されるRead from Bufferルーチンが開始される。Read from Bufferルーチン489は、interrupt-drivenルーチンであり、バックグラウンドで動作し、タスク490乃至492から構成される。概略的に493に示されたDecompressionルーチンは、タスク494乃至498を備えており、フォアグラウンド・ルーチンである。Read from Bufferルーチン489はまず、490で、サスペンド・ファイルの次の8Kの読取りを開始し、現在、現行バッファである他方のバッファに書き込む。Read from Bufferルーチン489がサスペンド・ファイルから次の8Kを読み取り、現行のバッファに書き込む間に、Decompressionルーチン493は、494で、圧縮されたデータをタスク486で圧縮解除し、圧縮解除されたデータをシステム・メモリに書き込む。Decompressionルーチン493がバッファ中のあらゆるデータを圧縮解除すると、次のステップは、496で、システム・メモリ全体が圧縮解除されたか否かを決定することになる。

【0208】固定ディスク制御装置86は、ハード・ドライブ31からデータをさほど高速に読み取ることができない。その結果、Decompressionルーチン493は常に、Read from Bufferルーチン489がデータのハード・ドライブ31から現行バッファへの読取りを終了する前に、ハード・ドライブ31に書き込まれていない8Kバッファの圧縮解除を終了することになる。したがって、Decompressionルーチン493は、Read from Bufferルーチン489がデータのハード・ドライブ31からの読取りを終了するのを待たねばならない。Decompressionルーチン493は、圧縮および書込みを終了していないシステム・メモリの部分がある場合、498で、Read from Bufferルーチン489を待つ。Decompressionルーチン493とRead from Bufferルーチン489は、1組のフラグを介して通信する。Read from Bufferルーチン489は、データのサスペンド・ファイルから現行バッファへの読込みを終了すると、次に、490で、バッファ・フラグを切り替え、Decompressionルーチン493に、サスペンド・ファイルから読み取られたばかりのバッファ中のデータの圧縮解除を開始できることを示す。Read from Bufferルーチン489は次に、492

で、サスペンド・ファイルから8Kブロックを引き続き読み取るか否かを決定する。読み取らない場合、Read from Bufferルーチンは、502で、サスペンド・ファイルから残りのデータを読み取り、現行バッファに書き込む。Read from Bufferルーチンは次に、バックグラウンドでの動作を停止し、500で、Decompressionルーチン493が最後のメモリの圧縮解除を終了するのに待つ。

【0209】その間に、Decompressionルーチン493は、バッファ・フラグを検査することによって、バッファが、システム・メモリに対する圧縮解除の準備を完了したと決定している。すなわち、Decompressionルーチンは、498で、Read from Bufferルーチンが現行のバッファを終了するまで待つ。該ルーチンが現行のバッファを終了すると、494から圧縮解除ループが続行する。

【0210】Decompressionルーチン493がすべてのシステム・メモリの圧縮解除を終了すると、504で、バックグラウンド・ルーチンはまったく実行しておらず、メイン・プログラムが続行する。

【0211】次に、504および506で、ビデオ制御装置56および固定ディスク制御装置86が、D000Hデータ構造から2つの装置のそれぞれのレジスタに値を書き込むことによって復元される。次に、508で、CPUキャッシュ41および外部キャッシュ60がそれぞれ、CPU 40およびキャッシュ制御装置62に適切な値を書き込むことによって使用可能になる。次に、レジューム・ルーチンは、510乃至514で、D000Hデータ構造からそれぞれの装置内のレジスタに値を書き込むことによって、タイマ制御装置102、8042キーボード・インタフェース・マイクロプロセッサ104、および8259割り込み制御装置92の状態を復元する。

【0212】次に、レジューム・ルーチンは、516で、Swap BIOS Data Area & Vector Tableルーチン呼び出す。このルーチン呼び出す前には、既知のBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメント0000Hで活動的であり、サスペンド・ファイルから読み取られたBIOSデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメントD000Hデータ構造で非活動的である。スワップ後、既知のデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメントD000Hで非活動的になり、サスペンド・ルーチンで保存されたデータ領域およびベクトル・テーブルはセグメント0000Hで活動的になる。

【0213】最後に、レジューム・ルーチンは、518で、Restore CPUルーチンにジャンプし、Restore CPUルーチンはCPU 40を、サスペンドされる前の状態に復元する。Restore CPUルーチンについては、図28乃至図31に関連した記載で詳細に説明する。Restore CPUルーチンは最終的に、APMに実行制御を戻す。

【0214】最後に、CPU 40はRETURN命令を実行

し、システムをAPMに戻す。システムは現在、サスペンドされなかった場合と同様にコードの実行を続けている。あらゆる実用的な目的のために、システムはサスペンド/レジューム手順の影響を受けない。

【0215】ここで、図24乃至図27を参照すると、Save CPU Stateルーチンのフローチャートが示されている。サスペンド・ルーチンは、600で、Save CPU Stateルーチンにジャンプする。APMがセグメントE000HおよびF000Hを使用可能にしており、これらのルーチンが該セグメントから読取り/書込みとして実行することに留意されたい。また、602に示すように、APMによってEFLAGSおよび8つの汎用レジスタが保存されている。Save CPU Stateルーチンは、604で、まずDMAが終了するのを待ち、マウス13データ・パケットに同期化して、このルーチンがマウス・パケット伝送間に行うことを保証する。以下のステップによって、DMAは終了し、マウス・パケットに同期化することができる。(1) 割り込みを使用可能にする。(2) DMAが終了するまで7ミリ秒間待つ。(3) 割り込みを使用不能にする。(4) マウス・パケット境界を5ミリ秒間待つ。

(5) 割り込みを使用可能にする。(6) マウス・パケットが到着するまでさらに5ミリ秒間待つ。(7) 割り込みを使用不能にする。これらのステップの後、マウス・パケット間で安全にコードを実行することができる。

【0216】次に、606で、アドレス回線20の状態(入出力ポート92H)がスタック上にプッシュされ、608で、数値演算プロセッサ44の状態がスタック上にプッシュされる。次に、610で、フラグがセットまたはクリアされ、それぞれ、CPUが32ビット・モードで実行しているか、16ビット・モードで実行しているかを示す。

【0217】次に、612で、CPU 40がプロテクト・モードで実行しているか否かに応じて、実行されるコードの流れが枝分かれする。CPU 40は、プロテクト・モードで実行していない場合、間違いなくリアル・モードで実行しており、レジスタを非常に単純な方法で保存することができる。まず、614で、マシン状況ワードおよびCR3の値がセグメントE000Hデータ構造に書き込まれる。また、614で、TRおよびLDTRに対応する領域中のセグメントE000Hデータ構造にゼロが書き込まれる。なぜなら、TRとLDTRはリアル・モードではゼロだからである。

【0218】次に、616で、コードが共通コード経路とマージし、GDTRおよびLDTRに記憶された値がセグメントE000Hデータ構造に書き込まれる。次に、618で、CPU 40が仮想8086モードで実行していたか否かに応じて、実行されるコードの流れが枝分かれする。CPU 40が仮想8086モードで実行していない場合、コードは共通経路に沿って続行し、タスク620に至り、デバッグ・レジスタDR7、DR6、DR3、DR2、D

R1、およびDR0がスタック上にプッシュされる。これらのレジスタは、デバッグおよびその他のルーチンによって使用されている。次に、622で、DS、ES、FS、およびGSがスタック上にプッシュされる。次に、CS、SS、およびESPの値がセグメントE000Hデータ構造に書き込まれる。

【0219】この時点で、セグメントE000Hデータ構造に書き込むすべての値が書き込まれており、したがって、626で、シャドウRAMセグメントE000HおよびF000Hを読取り専用に戻すことができる。次に、628で、Write-BackおよびInvalidate Cacheコマンドを使用してCPUキャッシュ41がフラッシュされる。

【0220】最後に、630で、CMOS不揮発性メモリ96中に固有のシャットダウン・フラグがセットされる。最後に、632で、Save CPU Stateルーチンが事実上、サスペンド・ルーチンに「戻る」。この「戻り」は実際には、コード中のブランチが従うリセットである。CPU 40は、リセット・ベクトルの指すコードにジャンプすることによってリセットされる。CPU 40は、リセットされると、強制的にリアル・モードになり、保護障害を発生させる恐れなしにあらゆる装置およびメモリ位置にアクセスできるようになる。この時点で、CPUの状態は保存されており、サスペンド・ルーチンはシステムの残りの状態を保存しなければならない。

【0221】リセット・ベクトルの指すコード内では、CMOSメモリ96中でシャットダウン・フラグがセットされているか否かに応じてプログラム制御が枝分かれする。シャットダウン・フラグがクリアされている場合、システムは通常どおりブートする。一方、シャットダウン・フラグがセットされている場合、コードはサスペンド・ルーチンの残りに枝分かれする。すなわち、実行制御はサスペンド・ルーチン内の図10乃至図15中のタスク253にジャンプし、サスペンド・ルーチンはコンピュータ・システム10のサスペンドを終了する。したがって、632で、Save CPU Stateルーチンは、効果的にサスペンド・ルーチンに「戻る」。

【0222】再び、タスク612を参照する。CPUがプロテクト・モードの場合、タスク634で、CPU 40が仮想8086モードか否かに応じてコードが枝分かれする。CPU 40が仮想8086モードでない場合、タスク636で、現行の特権レベルがゼロか否かに応じてコードが再び枝分かれする。現行の特権がゼロ以外である場合、適切な特権のないルーチンがSave CPU Stateルーチンを実行しており、Fatal Suspend Errorルーチン(タスク652から始まる)が呼び出される。Fatal Suspend Errorルーチンについては以下で説明する。プログラム制御がFatal Suspend Errorルーチンから戻ると、CPUはSave CPU Stateルーチンを呼び出す前の条件に戻らなければならない。したがって、プログラム実行は図28乃至図31中のタスク794に枝分かれする。タス

ク794は、CPUの部分的な復元を実行する。CPUのほんの少しの部分しか修正されていないので、部分的な修正だけが必要になる。

【0223】再び、タスク636を参照する。呼出しコードが適切な特権レベルを有する場合、642から、保存が続行し、CR0、CR3、TR、およびLDTRの値がセグメントE000Hデータ構造に保存される。次に、前述のように、616で、このコード経路が共通コード経路とマージし、GDTRおよびIDTRに記憶された値がセグメントE000Hデータ構造に保存される。コードは、ここから、618から前述の632までの経路をたどり、残りのサスペンド・ルーチン・コードに「戻る」。(リセット・プラス・ブランチ) ことになる。

【0224】再び、タスク634を参照する。CPU 40が仮想8086モードの場合、644から実行が続行し、マシン状況ワード(CR0の下位16ビット)の値がE000Hデータ構造に保存されると共に、セグメントE000H中のフラグがセットされ、CPUが仮想8086モードであることを示す。このコードは次に、616で、転送646および648を介して共通コードとマージする。タスク618で、CPUが仮想8086モードだった場合、制御は650に枝分かれし、DS、ES、FS、およびGSの値がセグメントE000Hデータ構造に保存される。このコードは、624で、共通コードと再マージする。コードは、ここから、624から前述の632までの経路をたどり、残りのサスペンド・ルーチン・コードに「戻る」。(リセット・プラス・ブランチ) ことになる。

【0225】Fatal Suspend Errorルーチンは、タスク652乃至664に示されており、638で、不適切な特権レベルをもつコードがCPUの状態を保存しようと呼び出される。まず、654で、図7に関連した記載で説明するように、電源管理ポートに07H、次に05Hを書き込むことによって、フェールセーフ・タイマがリセットされる。次に、タスク656で、スピーカが、886 Hzで、1/6秒の間隔において0.25秒ずつ3度ビープする。この3回のビープは、ユーザに、試みたサスペンドが実行されなかったことを警告する。ビープの後、658で、フェールセーフ・タイマが再びリセットされ、ユーザに、フェールセーフ・タイマが満了して電源17を遮断する前に、一貫して15乃至18秒の時間が与えられる。

【0226】次に、タスク660および662で、Fatal Suspend Errorルーチンは、スイッチ21がユーザによって押され、ユーザがサスペンドを中止したいことを示しているか否かを繰り返して確認する。図7に関連した記載で説明するように、スイッチは、電源管理ボードの読取りの後にFFHが出現するのを待つことによって閉鎖に関して検査される。ユーザがボタン21を押すと、実行制御は前述のタスク640に戻る。ユーザが15乃至18秒以内にボタン21を押さない場合、フェー

ルセーフ・タイマが満了し、電源17が「オフ」になり、言うまでもなく、コードのあらゆる実行が停止する。

【0227】ここで、図28乃至図31を参照すると、Restore CPUルーチンのフローチャートが700から示されている。このルーチンは、ハードウェアおよびメモリの残りがサスペンド前の状態に復元された後にレジューム・ルーチンによって呼び出される。まず、セグメントE000HおよびF000Hがまだ読取り／書込みになっていない場合、702で、該セグメントを読取り／書込みにする必要がある。

【0228】次に、704で、CPU 40が仮想8086モードで実行しているか否かに応じて、実行されるコードの流れが枝分かれする。コンピュータ・システム10をサスペンドしたときにCPU 40が仮想8086モードで実行していた場合、仮想8086 CPUに固有なタスク706から728までのコードが復元される。次に、コードはタスク730から748までの共通経路とマージする。

【0229】状態を保存する際にCPUが仮想8086モードの場合は、Save CPU StateルーチンによってCD3、LDTR、およびTRによってアクセスし、それらの値をE000Hデータ構造に保存することはできなかった。したがって、706、708、および710でそれぞれCR3、LDTR、およびTRを評価しなければならない。一般に、これらの値は、システムRAM 53を介して、CR3、LDTR、およびTRの指す構造を探索することによって評価される。たとえば、GDTでLDTエントリを見つけることによって、LDTRを決定することができる。

【0230】タスク706でCR3が評価される。CR3はページ・ディレクトリ・ベース・レジスタ (PDBR) を保持し、このレジスタは、ページ・ディレクトリのページ・フレーム・アドレス、ページ・レベル・キャッシュ使用不能 (PCD) ビット、およびページ・レベル・ライト・スルー (PWT) ビットを保持する。PDBRの評価は、ページ・ディレクトリがシステムRAM 53内の4K境界から開始しなければならないことを認識し、Save CPU StateルーチンによってセグメントE000Hデータ構造に保存されたIDTRおよびGDTRの値を認識し、BIOSコードをアドレス空間0E0000乃至0F0000から実行するものと仮定することによって行われる。この仮定は、BIOSコードが常に、速度に関してシャドウRAMにシャドウされるので合理的である。オペレーティング・システムがBIOSコードを異なる領域にコピーした場合、CR3の評価は失敗する。

【0231】前述の認識および仮定のもとで、物理メモリが4Kページごとに、BIOSコード・セグメントに対応するページ変換テーブルの存在について試験される。すなわち、0380Hのページへのオフセットは、値000E0XX、000E1XXX、000E2XXX、...、000FFXXXを含む。そのペ

ージが見つかったら、システムRAM 53で、すでに見ついているページ・テーブルの物理アドレスに第1のエントリが対応するページ・ディレクトリが探索される。ページ・ディレクトリの物理アドレスは、PDBRの値の適切な「評価」である。

【0232】次に、PDBRがGDTRおよびIDTR用のアドレスを正しく変換するか否かを確認することによって、仮説的なPDBRが検証される。すなわち、PDBRが、GDTRの線形アドレスを変換するために使用され、GDTの第1エントリが空であることが検証される (GDTの最初の8バイトはどのCPUモードでも常に00Hである)。次に、返される物理アドレスが、物理メモリの境界内であることが検証される。線形物理変換を実行するために、CPUの変換方式を模倣するサブルーチンが使用される。すなわち、ESIで変換されたアドレスが返され、物理メモリ中に物理ページが存在する場合は繰上げフラグCFがクリアされ、メモリ中に物理ページが存在しない場合はCFがセットされる。このtranslationルーチンを使用して、システム・メモリ53からGDTの第1のバイトが読み取られる。GDTの第1のエントリが空の場合、仮説的なPDBRは第1の試験に合格しており、したがってもう1度試験される。次に、PDBRを使用し、translationルーチンによってIDTRが変換され、IDTRが求められる。次に、返される物理アドレスが、物理境界内であることが検証される。IDTの第1の位置が物理メモリに存在する場合、PDBRは第2の試験に合格している。

【0233】仮説的なPDBRがGDTRおよびIDTRに正しく変換される場合、その値はPDBRであると仮定され、セグメントE000Hデータ構造内のCR3領域に書き込まれる。一方、仮説的なCR3がどの試験にも合格しない場合、ルーチンがレジュームし、システム・メモリで他のBIOSコード・セグメント・ページ変換テーブルを探索する。このテーブルによって有効なCR3が見つかる。

【0234】PCDおよびPWTは常に、通常のプレナ操作用に00Hに固定されていると仮定される。これらの値は、ゼロにセットされ、セグメントE000Hデータ構造内のCR3領域にPDBRと共に書き込まれる。

【0235】CR3が評価されると、708で、LDTRが評価される。LDTRは、CR3が評価されており、LDTがGDT内のどこかにあることが認識され、LDTが間違いなくメモリに存在していることが認識されている場合に評価することができる。LDTRを評価するために、GDTで、存在するとマーク付けされているLDTが探索される。物理メモリに存在し (タスク706に関連した記載で説明するtranslationルーチンを使用して試験される)、存在するとマーク付けされている第1のLDTは、LDTRの指すテーブルであると仮定される。そのテーブルの始めの物理アドレスは、セグメントE000Hデータ構造中のLDTR領域に保存される。

【0236】OS/2のもとでは、物理メモリに複数のLDTRが存在するとマーク付けされ、かつ実際に存在する可能性があるが、LDTRを評価する前述の方法は、実用できるだけの信頼性があると考えられる。EMM386は、common Virtual 8086 Modeルーチンであり、したがって、問題を起こす可能性があると思われる。しかし、EMM386は1つのCR3および1つのLDTRしか有していないので、EMM386のCR3およびLDTRは評価が容易である。

【0237】CR3およびLDTRが評価されると、710で、TRが評価される。基本的に、GDTおよびLDT内の各タスク・セクタ・エントリで、ビジー・ビットをセットされたタスク状態セクタが探索される。各エントリのタイプ・フィールドは、ビジー-80286タスク状態セクタであるか、ビジー-80486タスク状態セクタであるかを確認するために試験される。ビジー-286 TSSまたはビジー-486 TSSをもつ第1のエントリは、TRの指すアドレスであると仮定される。ビジー-286または486 TSSをもつエントリの物理アドレスは、セグメントE000Hデータ構造内のTR領域に保存される。ビジー-286または486 TSSをもつエントリがない場合、セグメントE000Hデータ構造内のTR領域にゼロが保存される。

【0238】コードは、CR3、LDTR、およびTRを評価した後、タスク712から続行する。712で、TRが有効なTSSを指す場合、714で、TRの指すTSS中のビジー・ビットがクリアされる。いずれの場合も、コードは716から続行し、DS、ES、FS、およびGSにGDTに有効なセクタがロードされる。次に、718で、CR3およびCR0にセグメントE000Hデータ構造からの値がロードされる。次に、720で、ページングが使用可能になり、したがって、線形アドレスが物理アドレスに等しい領域だけが、セグメントE000HおよびF000H中の領域になる。次に、722で、IDTR、GDTR、LDTR、およびTRに、セグメントE000Hデータ構造に記憶された値がロードされる。

【0239】最後に、724および726で、GS、FS、DS、ES、SS、ESP、EFLAGS (VMビットをセット後の)、およびCSに対応する値をセグメントE000Hデータ構造からスタック上にプッシュすることによって、仮想8086割込みスタックが作成される。また、726で、タスク730でのコードに対応するリターン・アドレスがスタック上にプッシュされる。最後に、IRETD命令が実行され、CPU 40が仮想8086モードに戻されると共に、実行がタスク730に対応するコードに転送される。

【0240】タスク730は、図28乃至図31中の様々なスレッドがそれぞれ使用する共通スレッドを開始する。タスク730で、セグメントE000Hデータ構造に保存された値から数値演算プロセッサ44が復元される。次に、732で、アドレス回線20の状態(入出力ポート92H)がスタックからポップされる。次に、734

で、シャドウRAMセグメントC000Hが再び、読取り専用になる。736で、図7に関連した記載で説明するように、電源管理ポートに01Hを書き込むことによって、APMがハードウェアに接続される。次に、738で、シャドウRAMセグメントE000HおよびF000Hが読取り専用になる。最後に、740で、Restore CPU Stateルーチンが、正常のレジュームが行われたことを示すフラグをセットする。タスク742、744、および746は、Restore CPU Stateルーチンでは実行されず、サスペンド事象によって割り込まれたコードに戻る前のある時点で、8つの汎用レジスタがスタックからポップされ、マスク可能割込みが使用可能になり(コードが割り込まれたときに使用可能になった場合)、フラグがスタックからポップされることを示すためにだけに使用される。最後に、Restore CPU StateルーチンがSupervisorルーチンに戻り、SupervisorルーチンがAPMに制御を戻し、APMが無効なシステム値を更新すると共に、割り込まれたコードに制御を戻す。

【0241】ここで再び、タスク704を参照する。CPU 40が割り込まれたときに仮想8086モードでなかった場合、コードは750から792までの経路に従い、この経路で、タスク730乃至748の共通スレッドとマージする。750で、セグメントE000Hデータ構造中のTR値が、TRが有効なTSSを指すことを示す場合、752で、そのTSS中のビジー・ビットがクリアされる。いずれの場合も、次に、754で、GDTRおよびCR0に、セグメントE000Hデータ構造からの値がロードされる。

【0242】次に、タスク756乃至764で、ダミー・ページ・ディレクトリ・テーブルおよびページ変換テーブルがセグメントC000Hにロードされる。まず、756で、シャドウRAMセグメントC000Hが読取り/書込みになる。2番目に、758で、アドレス0C0000Hに新しいページ・ディレクトリ・テーブルが作成される。3番目に、760で、その新しいページ・ディレクトリ・テーブル中の第1のエントリが0C1000Hを指すように修正される。4番目に、762で、アドレス0E0000乃至0FFFFFFFが存在し、このアドレス範囲に関して線形アドレスが物理アドレスに等しくなるように、0C1000Hに新しいページ変換テーブルが作成される。最後に、アドレス変換が0C0000H中の新しいダミー・ページ・ディレクトリおよびページ変換テーブルを介して行われるように、CR3中のページ・ディレクトリ・ベース・レジスタに0C0000Hがロードされる。ページングは、タスク754でCR0がロードされたときに再活動化されている(適用可能な場合)。

【0243】次に、766で、シャドウRAMセグメントE000HおよびF000Hが読取り/書込みになる。次に、CPU 40は、サスペンドされたときに16ビット・コードを実行していた場合、その時点では16ビット・モ

ードであり、770で、セグメントE000Hデータ構造に16ビット・コード経路を指すオフセットが保存される。一方、CPU40が、16ビット・モードでなかった場合、その時点では32ビット・モードであり、772で、セグメントE000Hデータ構造に、16ビット・オフセットではなく、32ビット・コード経路を指すオフセットが保存される。いずれの場合も、これらの経路は並列しており、一方が16ビット・オペランドを使用し、他方が32ビット・オペランドを使用するという点で異なる。タスク770および772は、どちらかの並列経路へのオフセットをセットアップするに過ぎない。以下のタスク782で、経路の1つ（オフセットに対応するもの）に入る。

【0244】次に、ステップ774で、セグメントE000Hデータ構造からのCR3値がEDXに、セグメントE000Hデータ構造からのSS値がCXに、セグメントE000HからのESP値がEBPに、セグメントE000Hデータ構造からのTR値がESIの上半分に、セグメントE000Hデータ構造からのLDTR値がESIの下半分(SI)にロードされる。これらの値は、その下にある適切な位置にシフトされる。次に、776で、GDTR、LDTR、およびCR0にセグメントE000Hデータ構造からの値がロードされる。778で、LDTRに、SIに記憶されたLDTR値がロードされる。次に、コードは、タスク770または772に配置されたオフセットまでファー・ジャンプする。ファー・ジャンプは、ソース・コード内に命令コードを直接配置し、770または772からのオフセットを使用することによってコード化される。コードは次に、782から、16ビット命令コード経路または32ビット命令コード経路で続行する。

【0245】次に、784で、CR3に、EDXに記憶されたCR3値が、SSに、CXに記憶されたSS値が、ESPに、EBPに記憶されたESP値がロードされる。次に、786で、GS、FS、ES、およびDSがスタックからポップされる。788で、割り込まれたCPU40がプロテクト・モードで実行していた場合、790で、TRに、ESIの上半分に記憶されたTR値がロードされる。いずれの場合も、コードはタスク792から続行し、デバッグ・レジスタDR0、DR1、DR2、DR3、DR6、およびDR7がスタックからポップされる。

【0246】この時点で、このコード経路は、前述のタスク730乃至748の共通コード経路とマージする。794で、error-recoveryルーチンもSave CPU Stateルーチンのタスク640からの共通コード経路と連結する。

【0247】ここで、図32乃至図34を参照すると、Save 8259 Stateルーチンのフローチャートが800から示されている。8259の状態の保存は、802で、実時間クロック98によって使用される定期的割り込み値を保

存し、804で、他のすべての読取り可能レジスタをセグメントE000Hデータ構造に保存することによって実行される。当技術分野で周知のように、コンピュータ・システム10が固定値をもつには一定の8259読取り専用レジスタが必要である。これらの値は既知であり、求める必要はない。取得するのが困難な8259値は、8259ベース・アドレス、8259スレーブ・アドレス、および2つの8259が保留中を示すように設定されているか、OSによるインサースビス割り込みを示すように設定されているかについての値である。

【0248】前記の4つの項目は、図32乃至図34中の残りのコードで確認される。806で、8259がマスクされ、キーボード12およびマウス13割り込みだけがマスクされないままになる。

【0249】次に、808で、物理メモリの下位1KをセグメントC000Hデータ構造にコピーすることによって、割り込みベクトル・テーブルが保存される。次に、810で、セグメントC800Hから始まる256個のダミー割り込みサービス・ルーチンを指す256個の固有のダミー・ベクトルをロードすることによって、物理メモリの下位1Kに新しい「ダミー」割り込みベクトル・テーブルがロードされる。812で、セグメントC800Hに256個のダミー割り込みサービス・ルーチンが生成される。

【0250】次に、814で、キーボード12およびマウス13割り込みが使用不能になる。816で、応答されなかったキーボード12およびマウス13割り込みが肯定応答される。

【0251】次に、818で、キーボード割り込みが生成され、820で、該割り込みが試験され、基底8259が保留とセットされているか、インサースビスとセットされているかが確認される。この値は次に、セグメントE000Hデータ構造に書き込まれる。822で、コードは、割り込みが実行されるのを待つ。824で、ダミー・サービス・ルーチンのうち1つを呼び出すことによって割り込みが実行される。ダミー・サービス・ルーチンを呼び出すと、8259基底アドレスが決定され、8259が保留モードであるか、インサースビス・モードであるかが決定される。基底アドレスおよびモードは、セグメントE000Hデータ構造に保存される。

【0252】タスク826、828、830、および832で、スレーブ8259に対して類似した手順が実行される。

【0253】834で、値をC000Hデータ構造から物理メモリの下位1Kにコピーし直すことによって、割り込みベクトル・テーブルが復元される。次に、836で、セグメントC000Hが再び、読取り専用になり、838で、840で呼出しプログラムに戻るのに備えてすべての割り込みがマスクされる。

【0254】本発明をその実施例を説明することによって例示し、実施例をかなり詳細に説明したが、添付の特

許請求の範囲をそのような詳細に制限、または何らかの点で限定することは、本出願人の意図するところではない。当業者には、他の利点または修正が容易に理解されよう。たとえば、ラン・レングス・コード化を使用し、データをハード・ファイルに書き込む前に圧縮しておくことができる。代替方法では、任意の適切な圧縮方式を使用することができ、あるいは圧縮をいっさい使用しないことも可能である。したがって、より広い態様での本発明は、特定の詳細、代表的な装置および方法、ならびに図示し、説明した例に限定されない。よって、本出願人の全般的な発明の概念から逸脱せずに、そのような詳細から逸脱することができる。

【0255】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0256】(1) BIOSを含み、オペレーティング・システムおよび適用業務プログラムを実行することができるコンピュータ・システムにおいて、CPUと、外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に供給する回路を備え、第1の電源状態および第2の電源状態を有することを特徴とする電源と、前記CPUと回線通信する不揮発性記憶装置と、前記CPUと回線通信し、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、前記CPUと回線通信し、レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、前記CPUと回線通信し、事前選択されたサスペンド事象に応じ、前記コンピュータ・システムの状態を正常動作状態とサスペンド状態の間で選択的に切り替える制御装置とからなり、前記正常動作状態が、前記電源が前記第1の電源状態であり、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記BIOSに応じて前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とし、前記サスペンド状態が、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上に記憶され、前記電源が前記第2の電源状態であることを特徴とし、前記正常動作状態と前記サスペンド状態の間で前記切替えが、前記制御装置が、前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記システム・メモリと前記システム・レジスタと前記不揮発性記憶装置の間でメモリ・データおよびレジスタ・データのコピーを行うことを備え、前記電源が前記制御装置に応じて前記電源状態間で切り替わり、前記正常動作状態と前記サスペンド状態の間の切替えがさらに、前記制御装置が、前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記電源に、それぞれ前記第1の電源状態と前記第2の電源状態の間で切り替わらせることを備えることを特徴とする前記コンピュータ・システム。

(2) 前記第1の電源状態が、前記電源がシステム電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに供給することを特徴とし、前記第2の電源状態が、前記電源がシステム電力の前記外部電源から前記コンピュータ・

システムへの供給を行わないことを特徴とする上記

(1)に記載のコンピュータ・システム。

(3) 前記電源がさらに、前記コンピュータ・システムに補助電力を供給する二次回路を備え、前記第1の電源状態が、前記電源がシステム電力および補助電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに提供することを特徴とし、前記第2の電源状態が、前記電源がシステム電力の前記外部電源から前記コンピュータ・システムへの供給を行わず、前記電源が補助電力を前記外部電源から前記コンピュータ・システムに供給をすることを特徴とする上記(1)に記載のコンピュータ・システム。

(4) 前記不揮発性記憶装置が固定ディスク記憶装置であることを特徴とする上記(1)、(2)、または

(3)に記載のコンピュータ・システム。

(5) 前記不揮発性記憶装置が電池付き読取り専用メモリであることを特徴とする、上記(1)、(2)、または(3)に記載のコンピュータ・システム。

(6) さらに、事前選択された時間の後に満了するように設定された非活動サスペンド・タイマを備え、前記事前選択されたサスペンド事象が前記非活動サスペンド・タイマの満了を備えることを特徴とする上記(1)に記載のコンピュータ・システム。

(7) さらに、前記CPUと回線通信し、前記スイッチが押されることに応じて閉鎖事象を生成する瞬間プッシュボタン・スイッチを備え、前記事前選択されたサスペンド事象が前記スイッチの閉鎖事象を備えることを特徴とする上記(1)に記載のコンピュータ・システム。

(8) さらに、前記CPUと回線通信し、前記スイッチが押されることに応じて閉鎖事象を生成する瞬間プッシュボタン・スイッチを備え、さらに、第1のフラグ状態および第2のフラグ状態を備え、前記CPU上で実行するコードによって状態を処理することができる処理可能フラグを備え、前記事前選択されたサスペンド事象のうち1つまたは複数が、前記フラグが前記第1のフラグ状態のときの前記スイッチの閉鎖事象を備えることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータ・システム。

(9) BIOSを含み、オペレーティング・システムおよび適用業務プログラムを実行することができるコンピュータ・システムにおいて、CPUと、外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する電源と、不揮発性記憶装置と、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、前記事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記システム・メモリと前記システム・レジスタと前記不揮発性記憶装置の間でメモリ・データおよびレジスタ・データのコピーを行うことによって、前記電源がシステム電力を供給し、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記BIOSに応じて

前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とする正常動作状態と、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上に記憶され、前記電源がシステム電力を供給しないことを特徴とするサスペンド状態との間で前記コンピュータ・システムの状態を選択的に切り替える制御装置とからなることを特徴とする前記コンピュータ・システム。

(10) 不揮発性記憶装置と、外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第1の電源状態および第2の電源状態を有することを特徴とする電源と、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性システム・レジスタと、事前選択されたサスペンド事象に応じて、前記コンピュータ・システムの状態を正常動作状態とサスペンド状態の間で選択的に切り替える制御装置とを備え、前記正常動作状態が、前記電源が前記第1の電源状態であり、前記コンピュータ・システムがユーザ・コマンドあるいは前記オペレーティング・システムまたは前記BIOSに応じて前記適用業務プログラムを実行することができることを特徴とし、前記サスペンド状態が、レジスタ・データおよびメモリ・データが前記不揮発性記憶装置上に記憶され、前記電源が前記第2の電源状態であることを特徴とし、前記制御装置が、前記正常動作状態から前記サスペンド状態への切替えに応じて、すべてのメモリ・データとすべてのレジスタ・データを、システムがサスペンド状態から正常動作状態に選択的に切り替えた後にコードの実行を継続するようにシステム・レジスタおよびシステム・メモリに再書き込みできるようにするフォーマットに準拠したフォーマットで前記システム・メモリおよび前記システム・レジスタに再書き込みできるフォーマットで、不揮発性記憶装置に書き込み、次に、制御装置が前記電源に、前記第1の電源状態を前記第2の電源状態に切り替えさせることを特徴とする、コンピュータ・システムの状態を保存する方法。

(11) 外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第1の電源状態および第2の電源状態を有することを特徴とする電源と、不揮発性記憶装置と、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性レジスタとを備えたコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、すべてのメモリ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、すべてのレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とするコンピュータ・システムの状態を保存する方法。

(12) 外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第1の電

源状態および第2の電源状態を有することを特徴とする電源と、不揮発性記憶装置と、メモリ・データを記憶する揮発性システム・メモリと、レジスタ・データを記憶する揮発性レジスタとからなるコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、十分なメモリ・データと十分なレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記コンピュータ・システムを効果的に復元できるようにするステップと、次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする前記方法。

(13) さらに、メモリ・データおよびレジスタ・データの一部またはすべての値を反転可能に修正するステップと、次に、十分な反転可能に修正されたメモリ・データおよびレジスタ・データと、十分な残りの修正されていないメモリ・データおよびレジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記コンピュータ・システムを効果的に復元できるようにするステップを備えることを特徴とする上記(12)に記載の方法。

(14) 外部電源からのシステム電力を前記コンピュータ・システムに選択的に提供する回路を備え、第1の電源状態および第2の電源状態を有することを特徴とする電源と、CPUレジスタ・データを記憶するCPUレジスタと、CPUキャッシュ・データを記憶するCPUキャッシュ・メモリを有するCPUと、システム・データを記憶するシステム・メモリと、システム・キャッシュ・データを記憶するシステム・キャッシュ・メモリと、ビデオ・データを記憶するビデオ・メモリと、ビデオ・レジスタ・データを記憶するビデオ・レジスタを有するビデオ・サブシステムと、不揮発性記憶装置とを備えたコンピュータ・システムの状態を保存する方法において、事前選択されたサスペンド事象に応じて、CPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする前記方法。

(15) CPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データの値を反転可能に修正するステップと、次に、反転可能に修正されたCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込むステップと、次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする上記(14)に記載の方法。

(16) CPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・デ

ータ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データの一部またはすべての値を反転可能に修正するステップと、次に、十分な反転可能に修正されたCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データと、十分な残りの修正されていないCPUレジスタ・データ、CPUキャッシュ・データ、システム・データ、システム・キャッシュ・データ、ビデオ・データ、およびビデオ・レジスタ・データを前記不揮発性記憶装置に書き込み、前記システムを効果的に復元するステップと、次に、前記電源に、前記第1の電源状態から前記第2の電源状態に切り替えさせるステップを備えることを特徴とする上記(14)に記載の方法。

【0257】

【発明の効果】システム状態をハード・ファイルに保存することにより、ほとんど電力を消費しないサスペンド状態を持つコンピュータ・システムを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するパーソナル・コンピュータの斜視図である。

【図2】シャーシ、カバー、直接アクセス記憶装置、およびプレーナを含み、それらの要素間の一定の関係を示す、図1のパーソナル・コンピュータの一定の要素の分解斜視図である。

【図3】図1および2のパーソナル・コンピュータの一定の構成要素のブロック図である。

【図4】正常、スタンバイ、サスペンド、およびオフという4つのシステム状態を示す、本発明のコンピュータ・システムの状態図である。

【図5】電源の関連部分を示すブロック図である。

【図6】他の図との様々なインタフェースを示す、本発明の単一スイッチ・サスペンド/レジューム機能を実行するのに必要なハードウェアの概略図である。

【図7】図6に示すプログラム可能アレイ論理(PAL)装置U2の状態マシンのうち1つの状態図である。

【図8】本発明のpower-upルーチンを概略的に示すフローチャートである。

【図9】APMによって約1秒ごとに呼び出されるSupervisorルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図10】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図11】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図12】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図13】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図14】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図15】本発明のサスペンド・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図16】本発明のBoot-Upルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図17】本発明のBoot-Upルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図18】本発明のBoot-Upルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図19】本発明のレジューム・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図20】本発明のレジューム・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図21】本発明のレジューム・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図22】本発明のレジューム・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図23】本発明のレジューム・ルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図24】本発明のSave CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図25】本発明のSave CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図26】本発明のSave CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図27】本発明のSave CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図28】本発明のRestore CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図29】本発明のRestore CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図30】本発明のRestore CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図31】本発明のRestore CPU Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図32】本発明のSave 8959 Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図33】本発明のSave 8959 Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図34】本発明のSave 8959 Stateルーチンの詳細を示すフローチャートである。

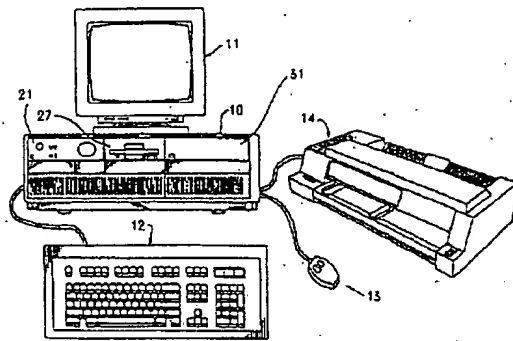
【符号の説明】

- 10 コンピュータ・システム
- 12 キーボード
- 13 マウス
- 21 スイッチ
- 31 ハード・ドライブ
- 40 CPU
- 52 システムRAM
- 53 システム・メモリ
- 56 ビデオ制御装置

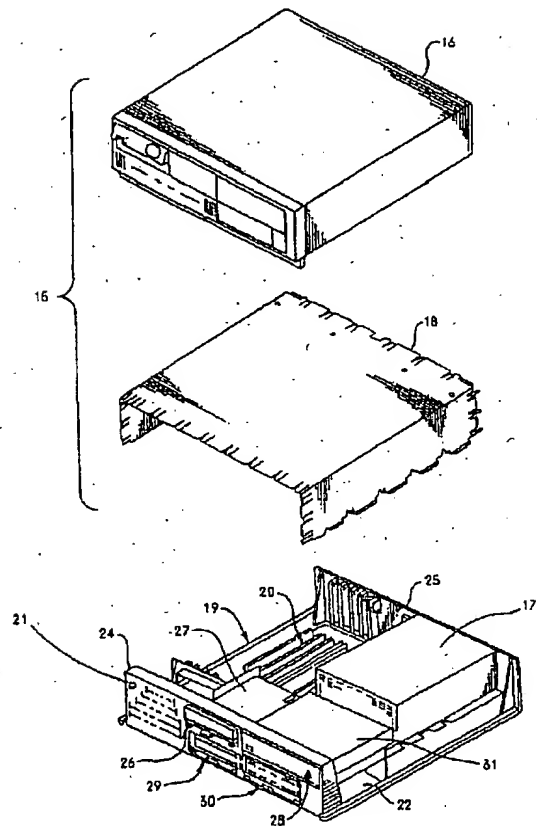
58 ビデオ・メモリ
 60 外部キャッシュ
 84 8277ディスク制御装置
 86 固定ディスク制御装置
 88 ROM
 92 8259割り込み制御装置
 94 RS-232 UART

96 CMOSメモリ
 98 実時間クロック
 150 正常動作状態
 152 スタンバイ状態
 154 サスペンド状態
 156 オフ状態
 172 一次調整装置

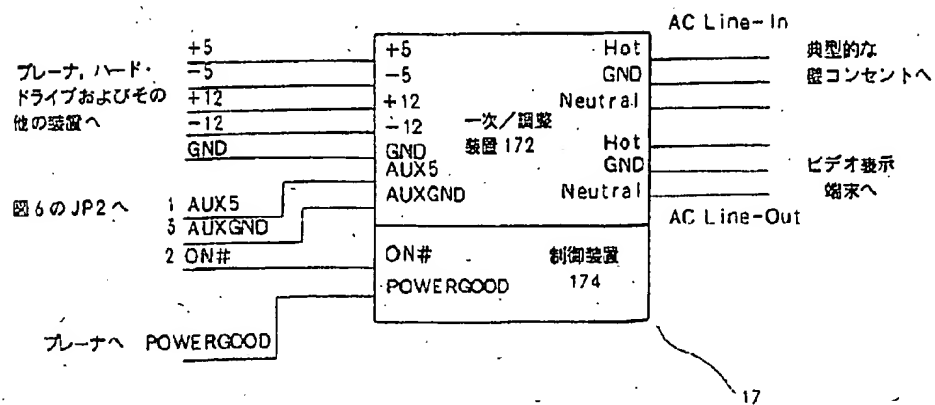
【図 1】



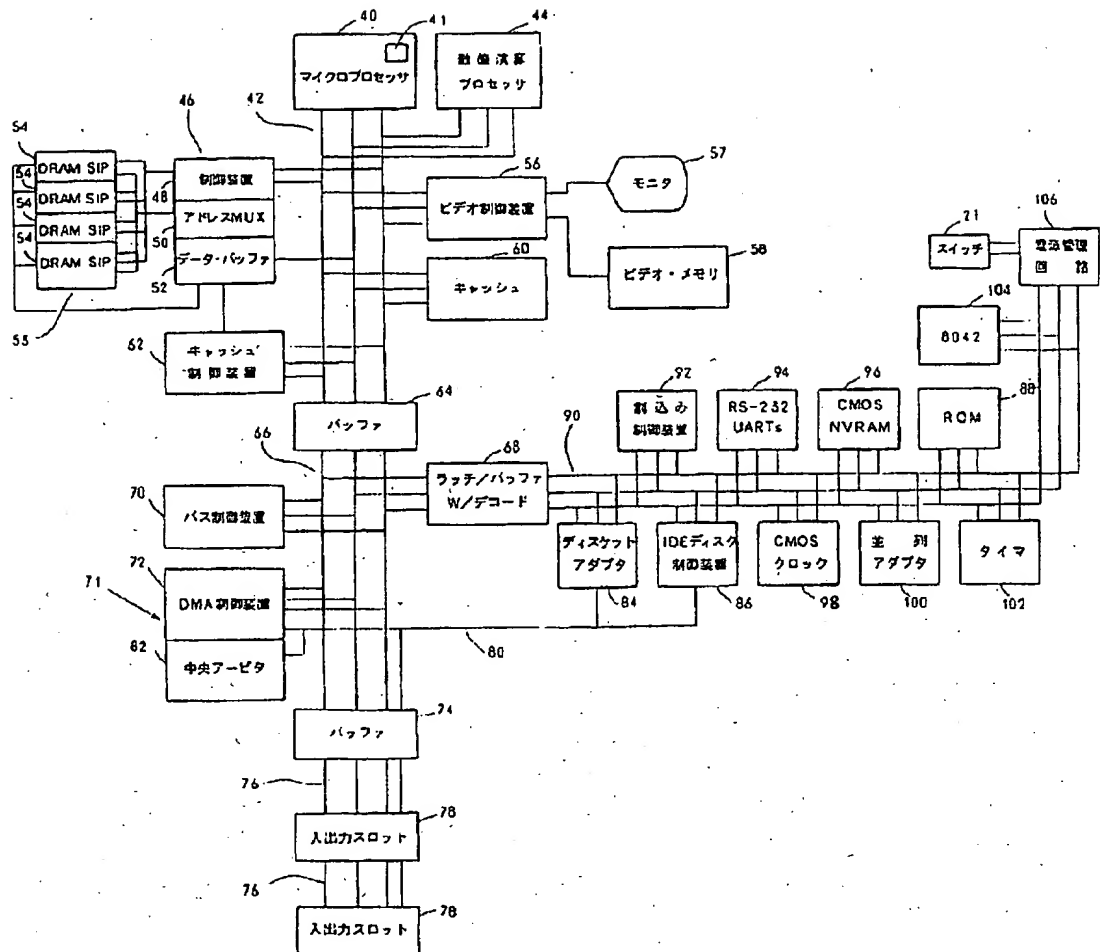
【図 2】



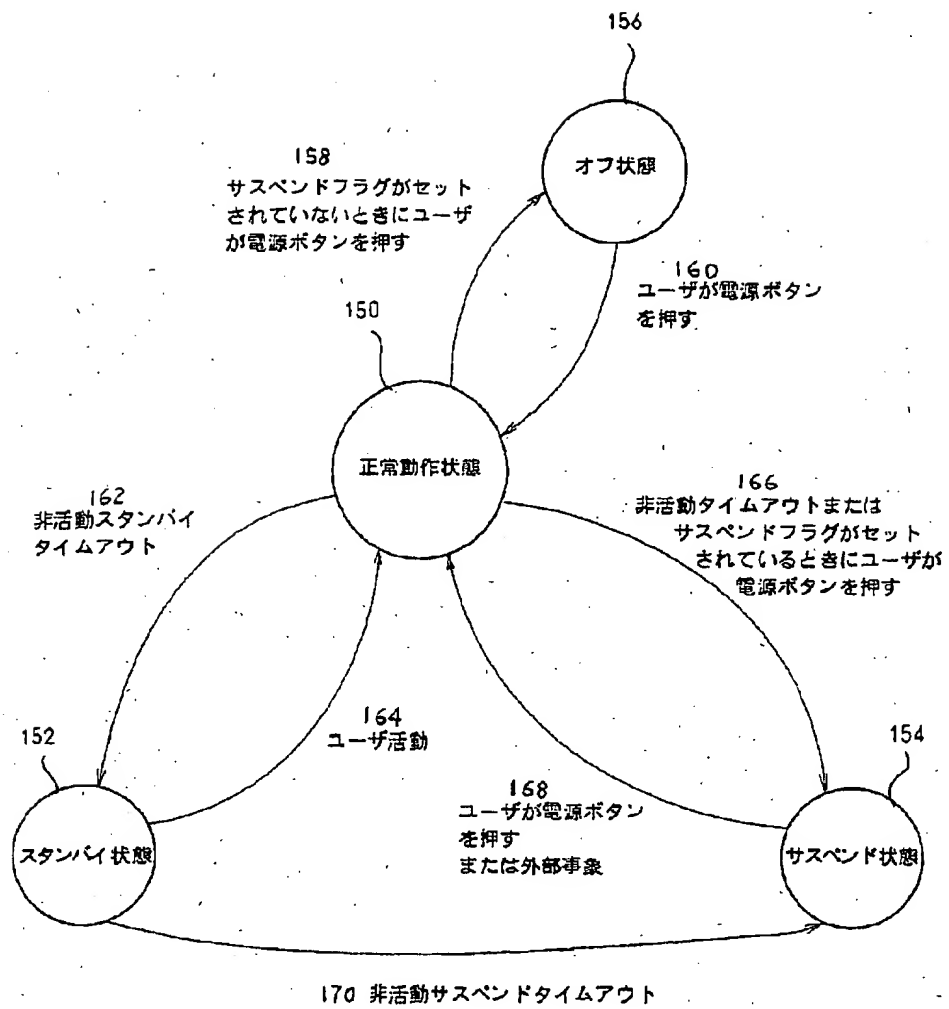
【図 5】



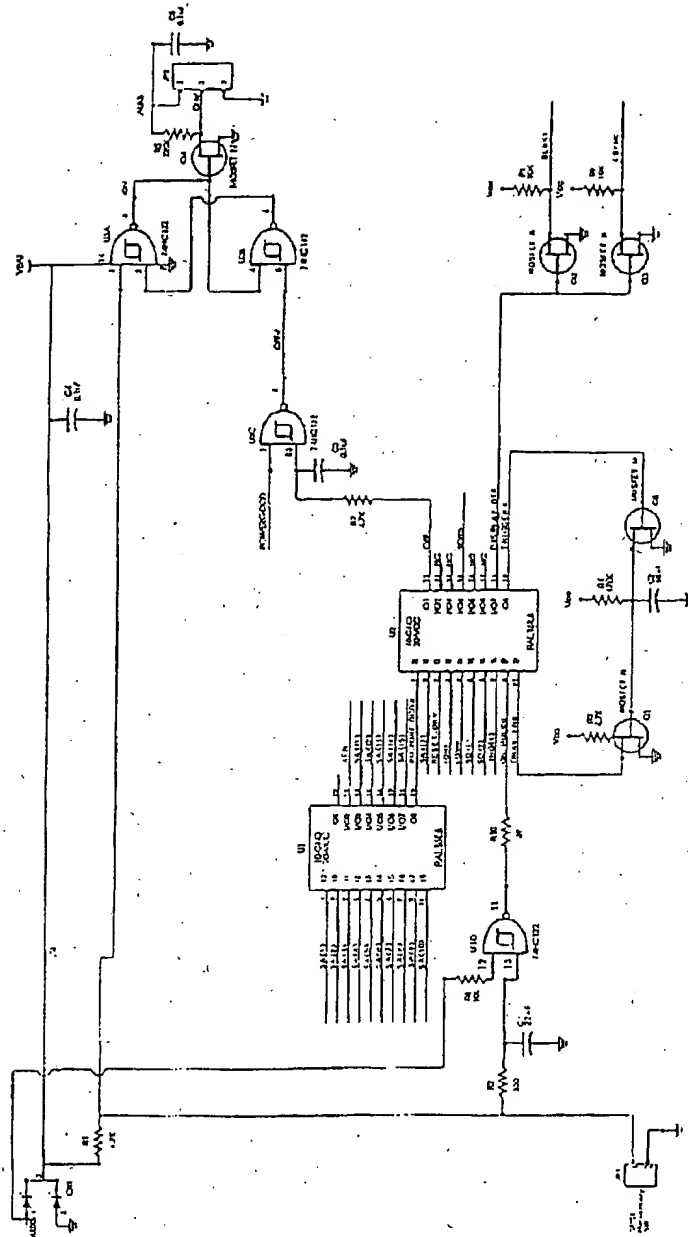
【図 3】



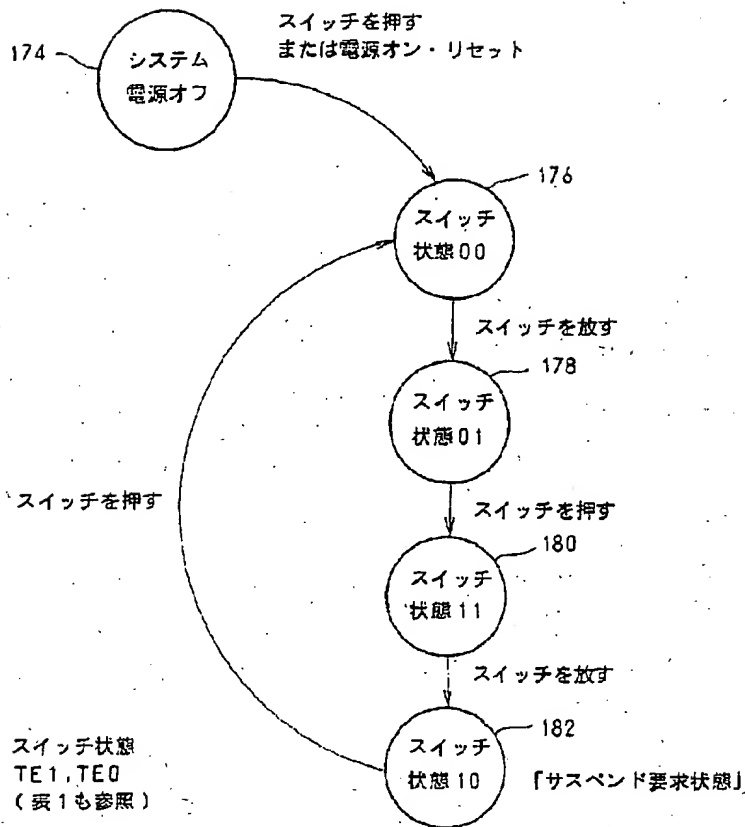
【図 4】



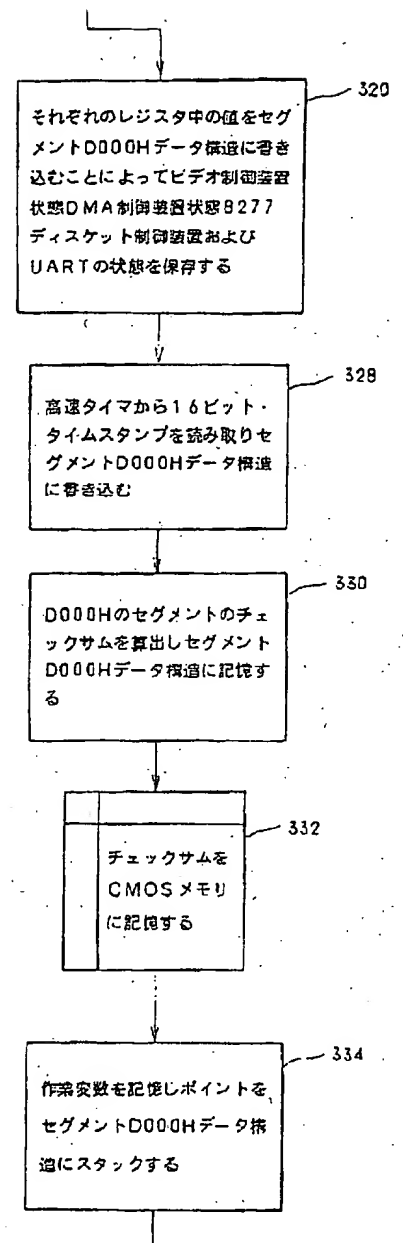
【図 6】



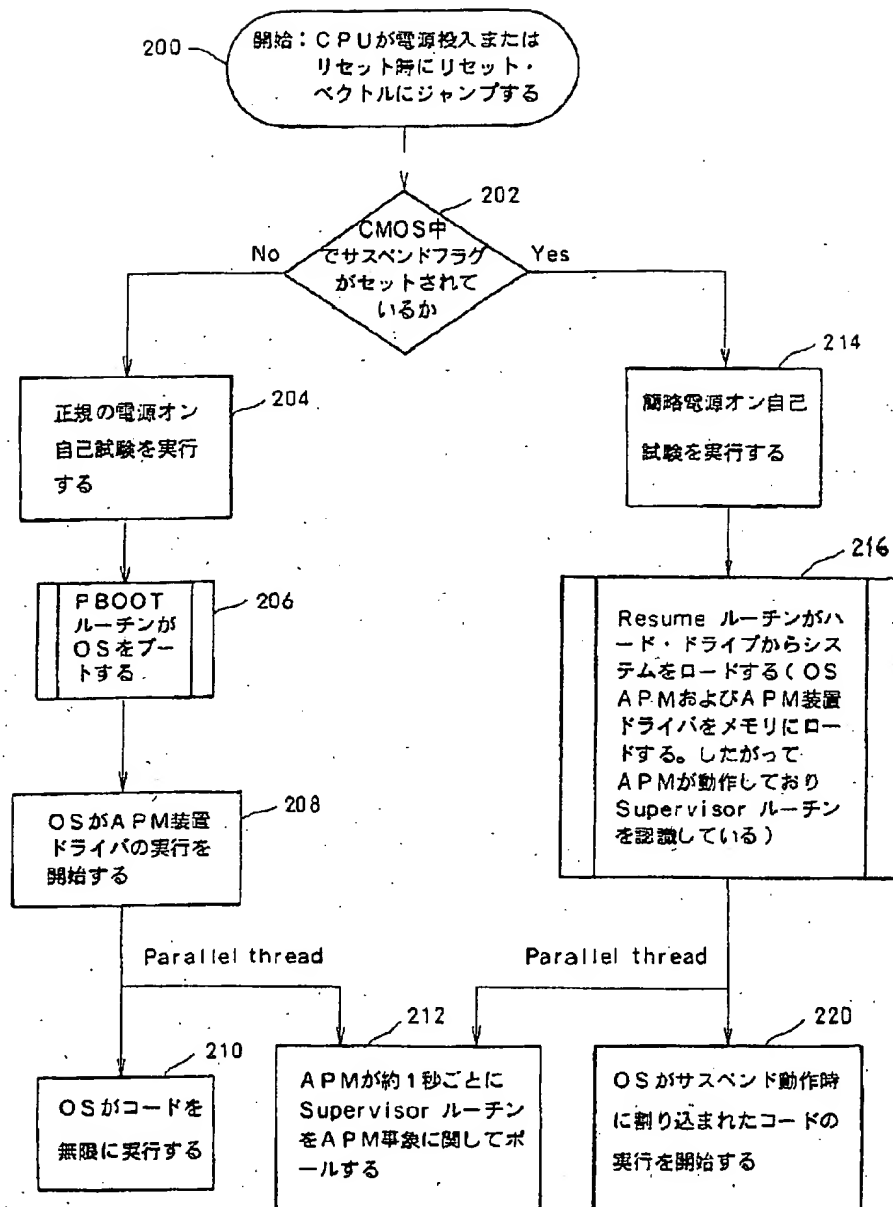
【図7】



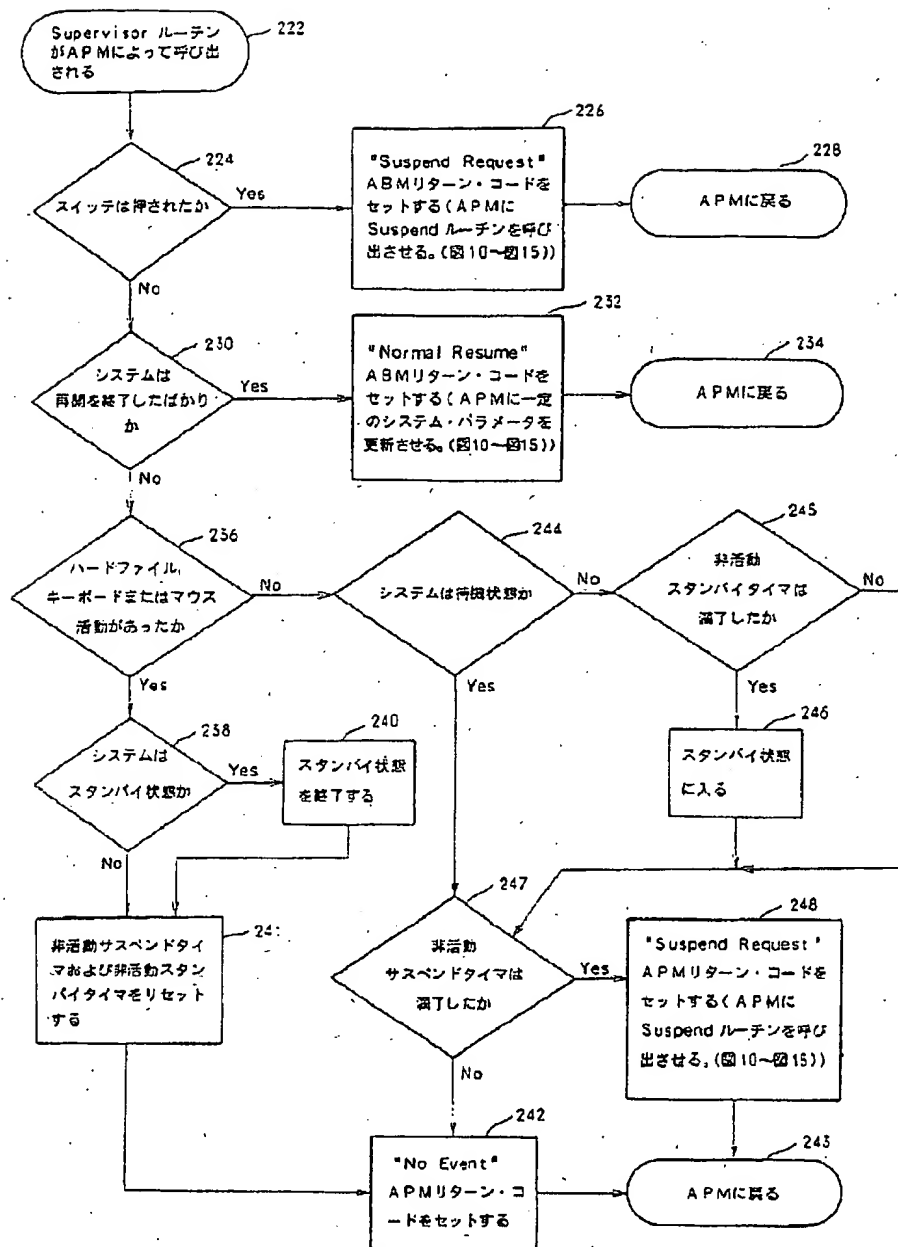
【図14】



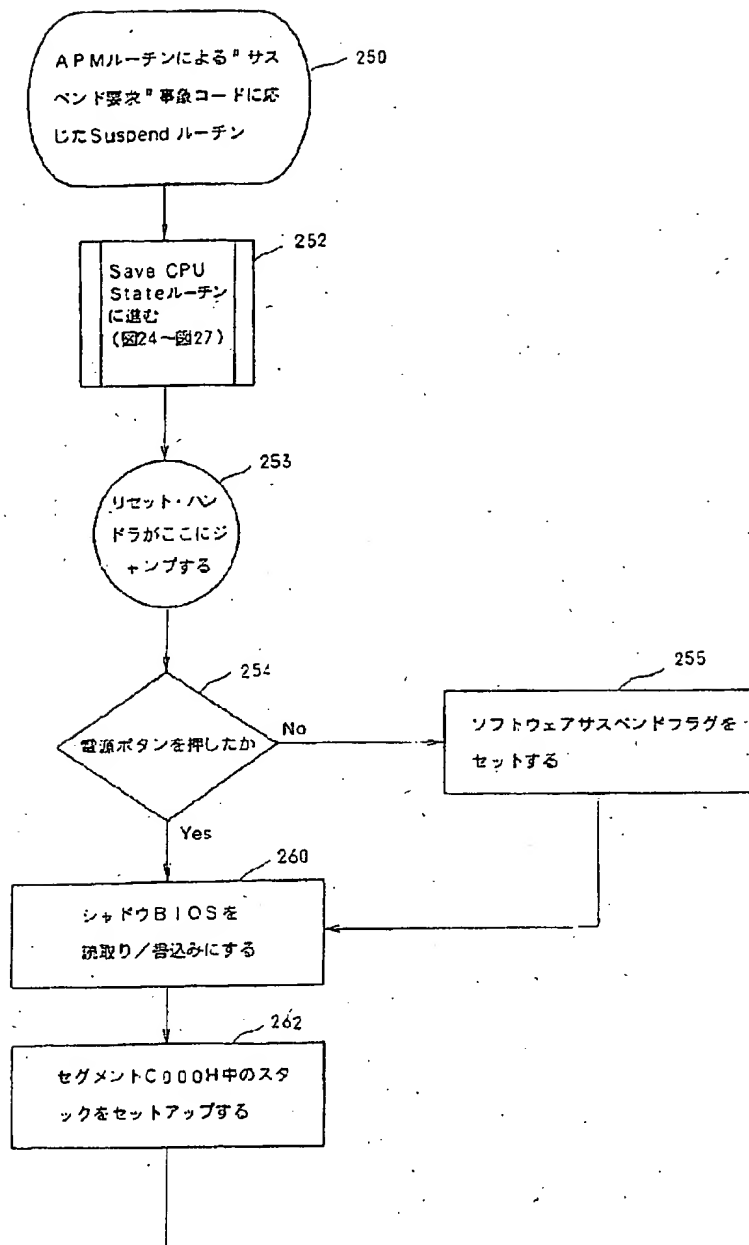
【図8】



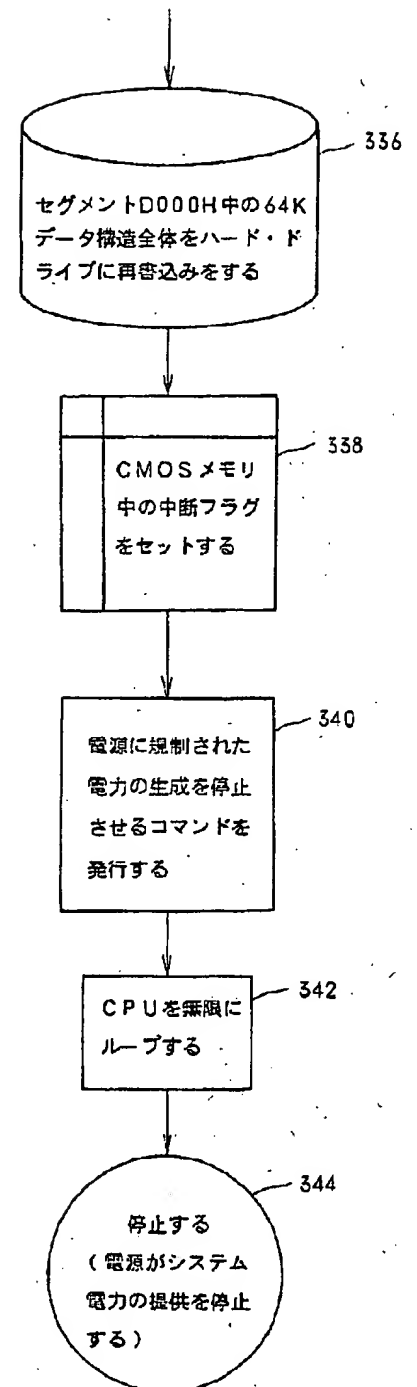
【図9】



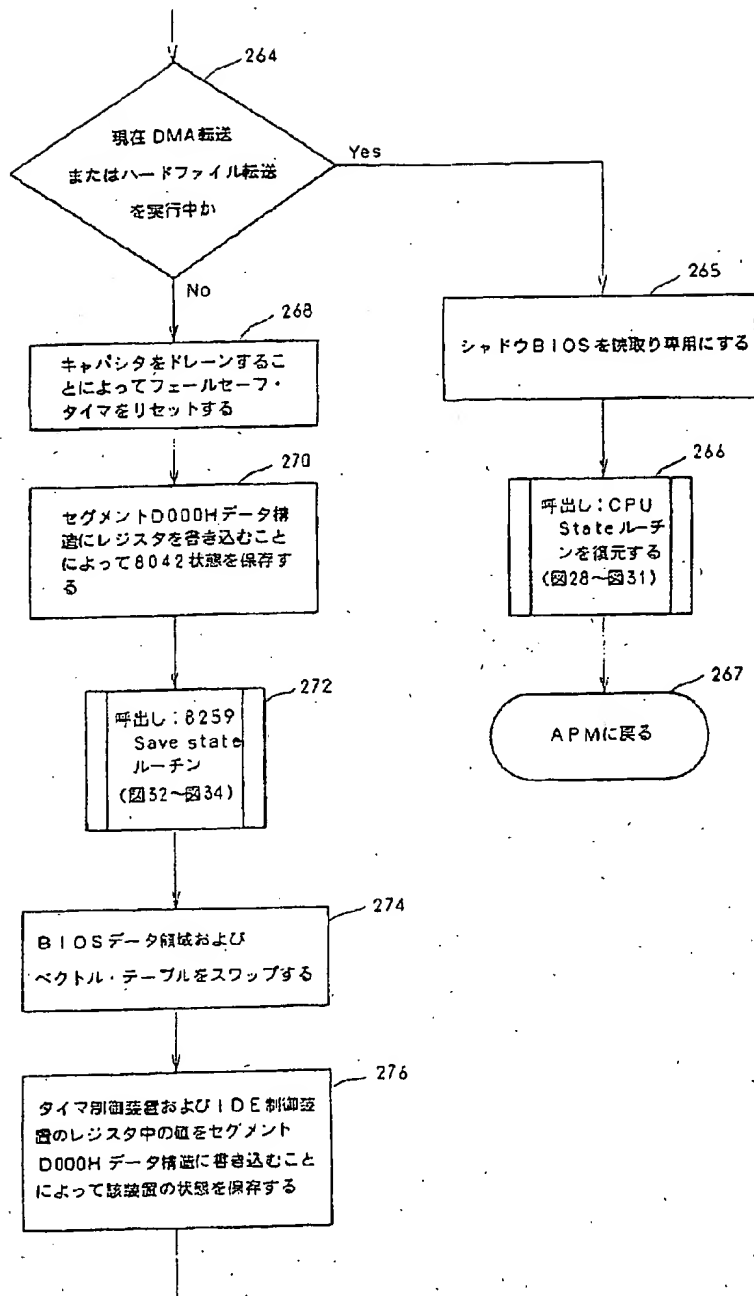
【図10】



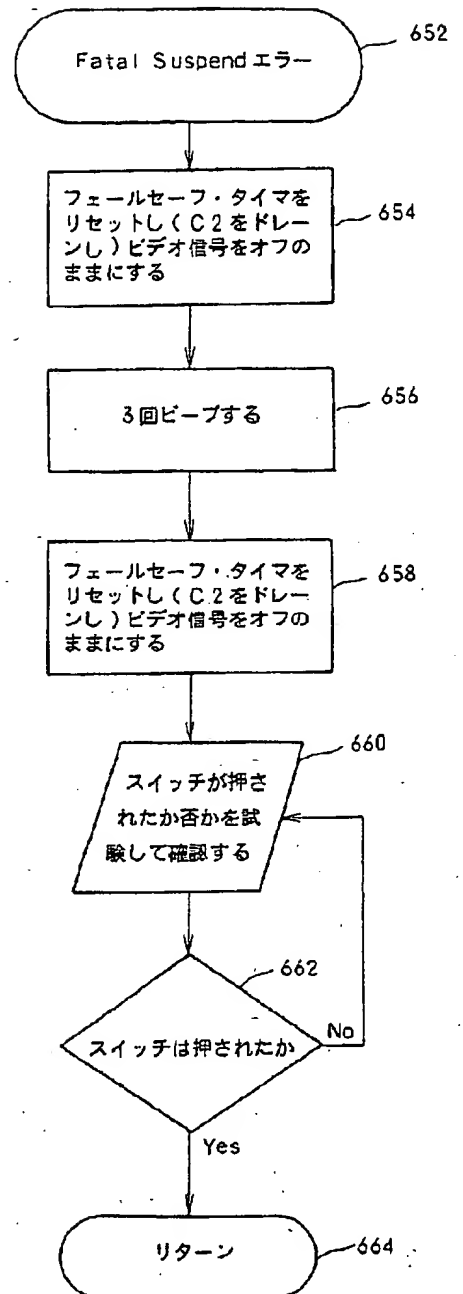
【図15】



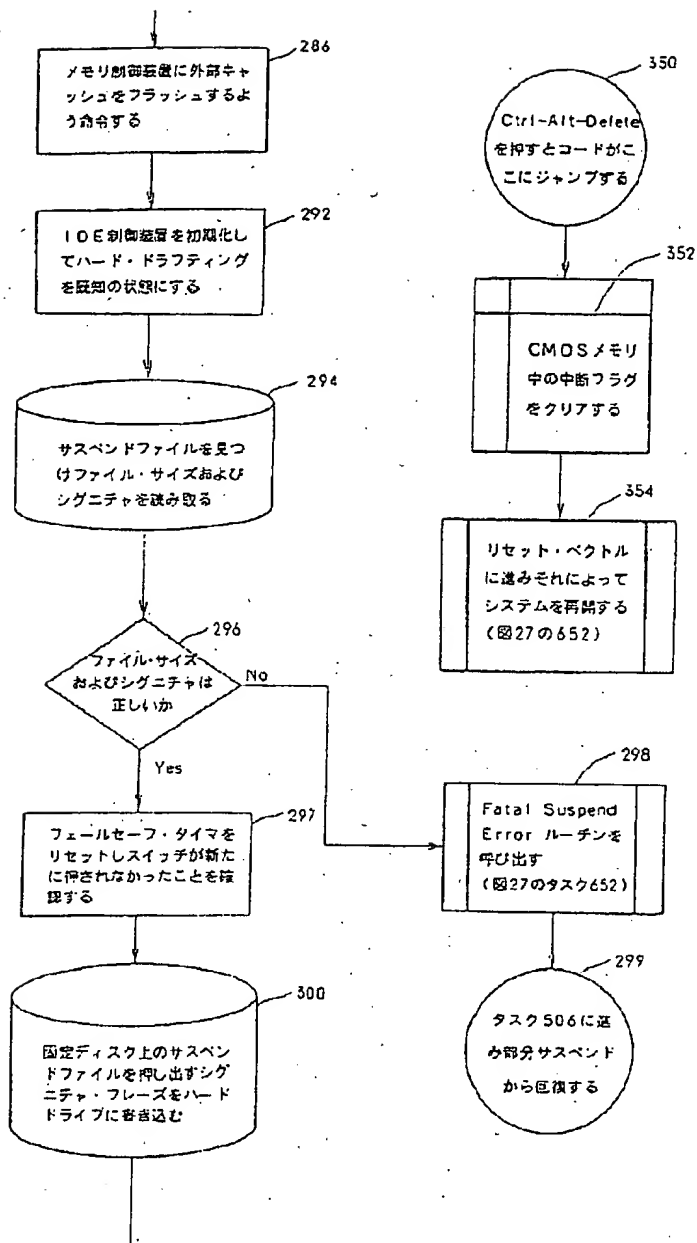
【図11】



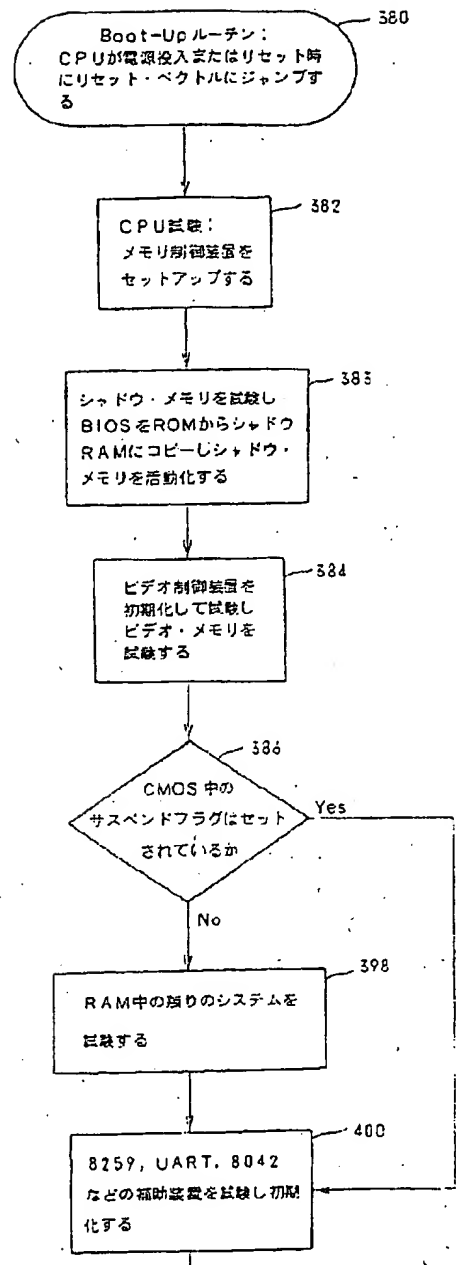
【図27】



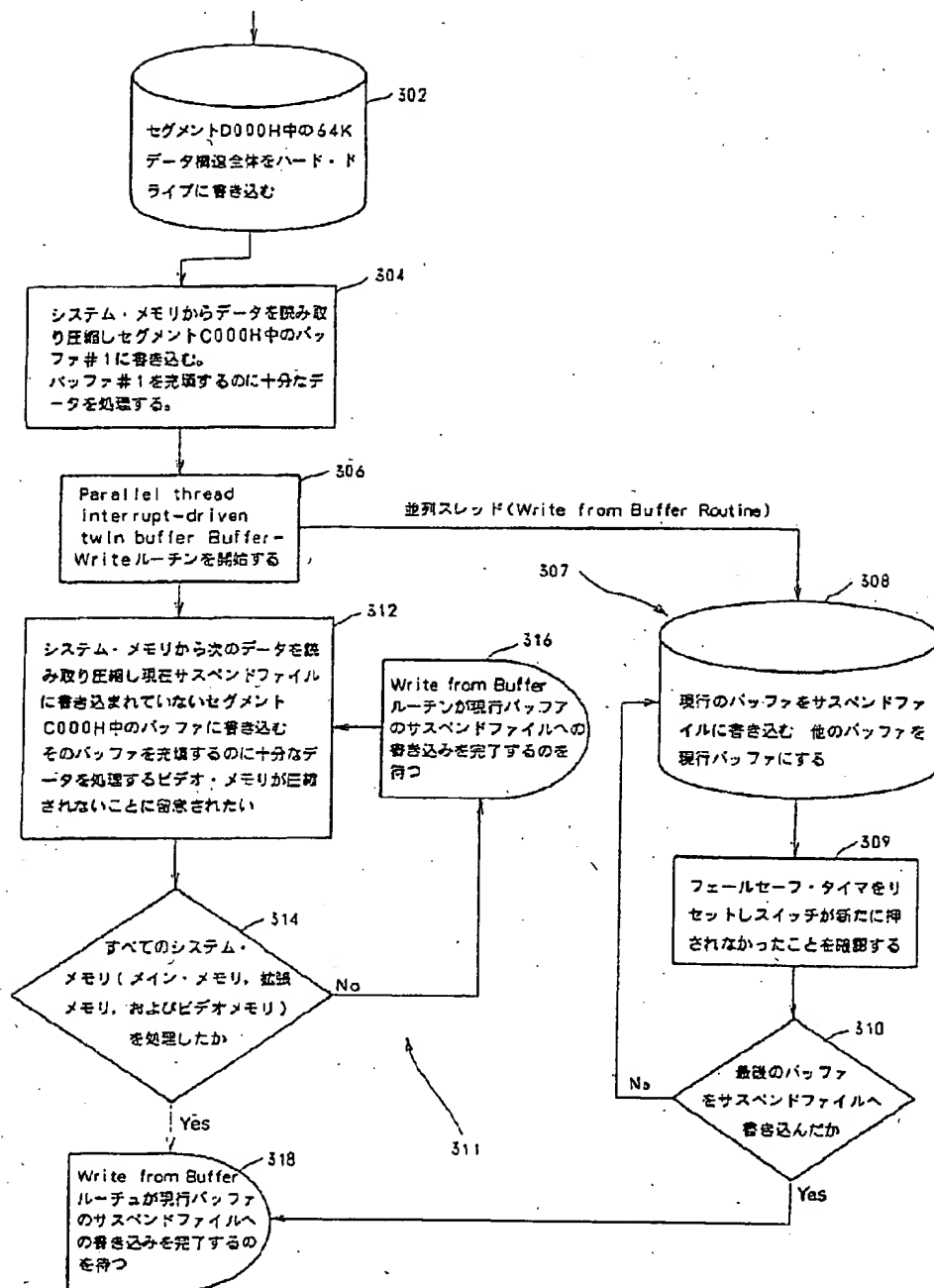
【図12】



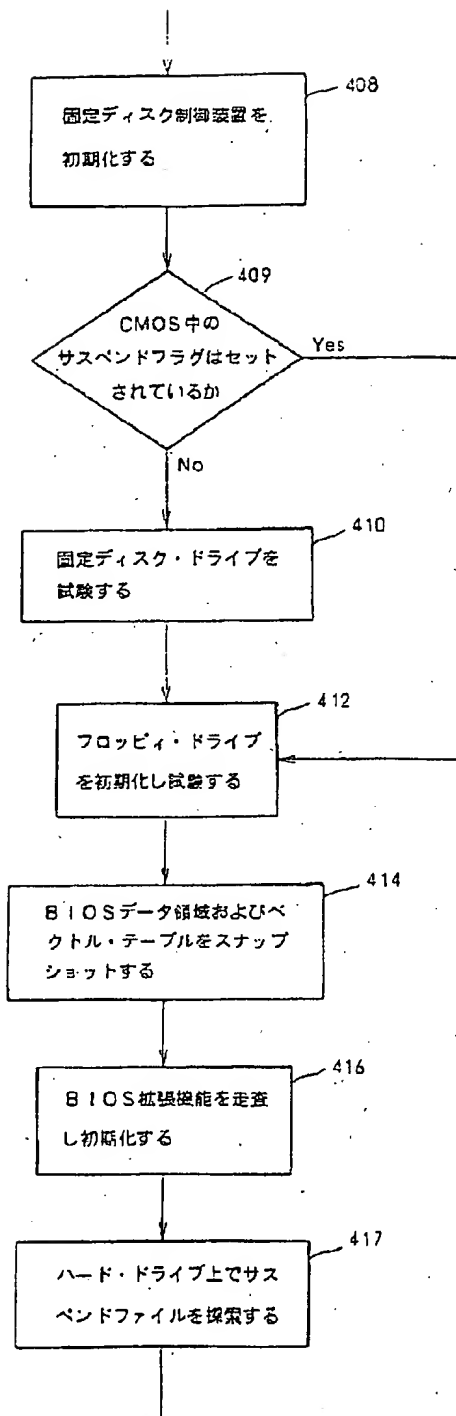
【図16】



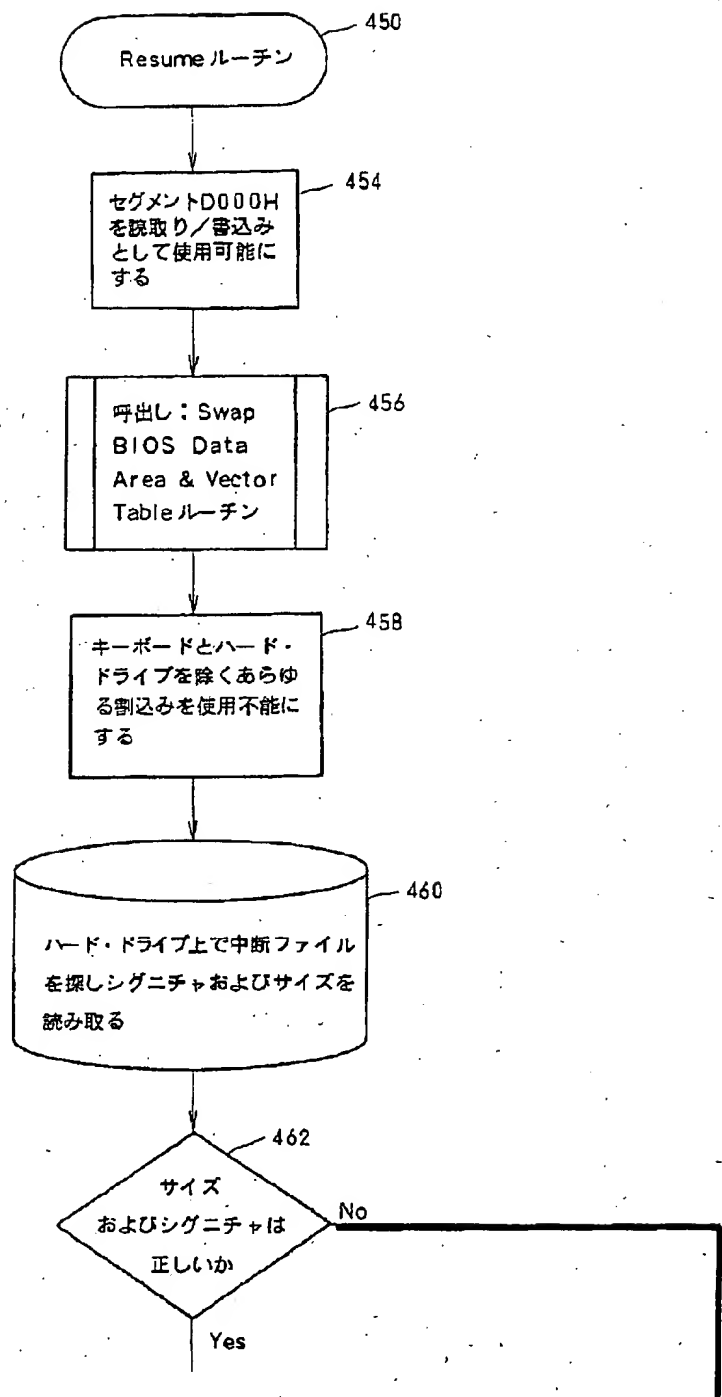
【図13】



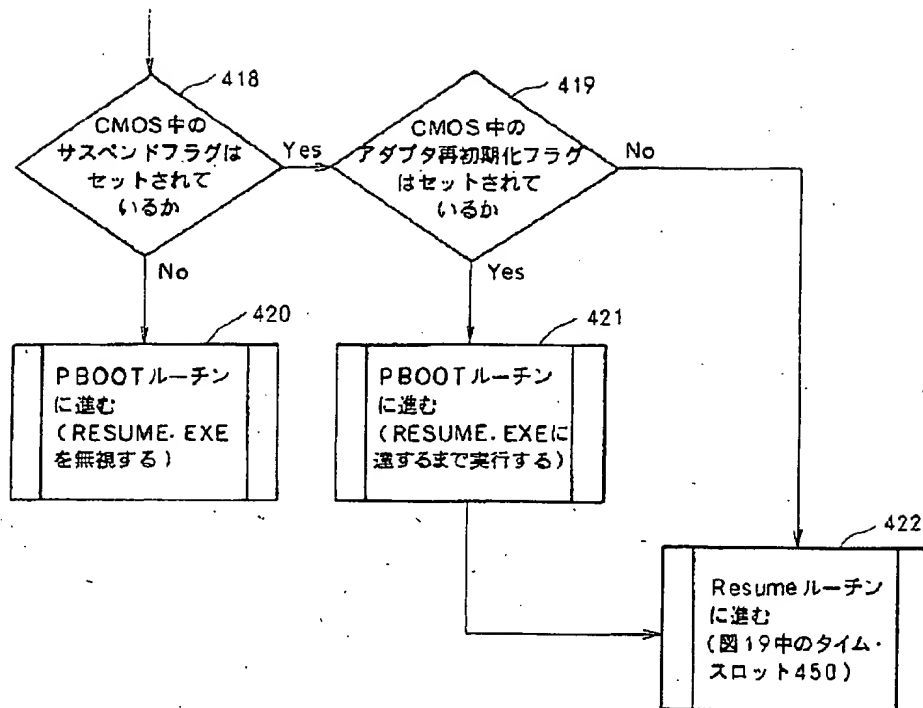
【図17】



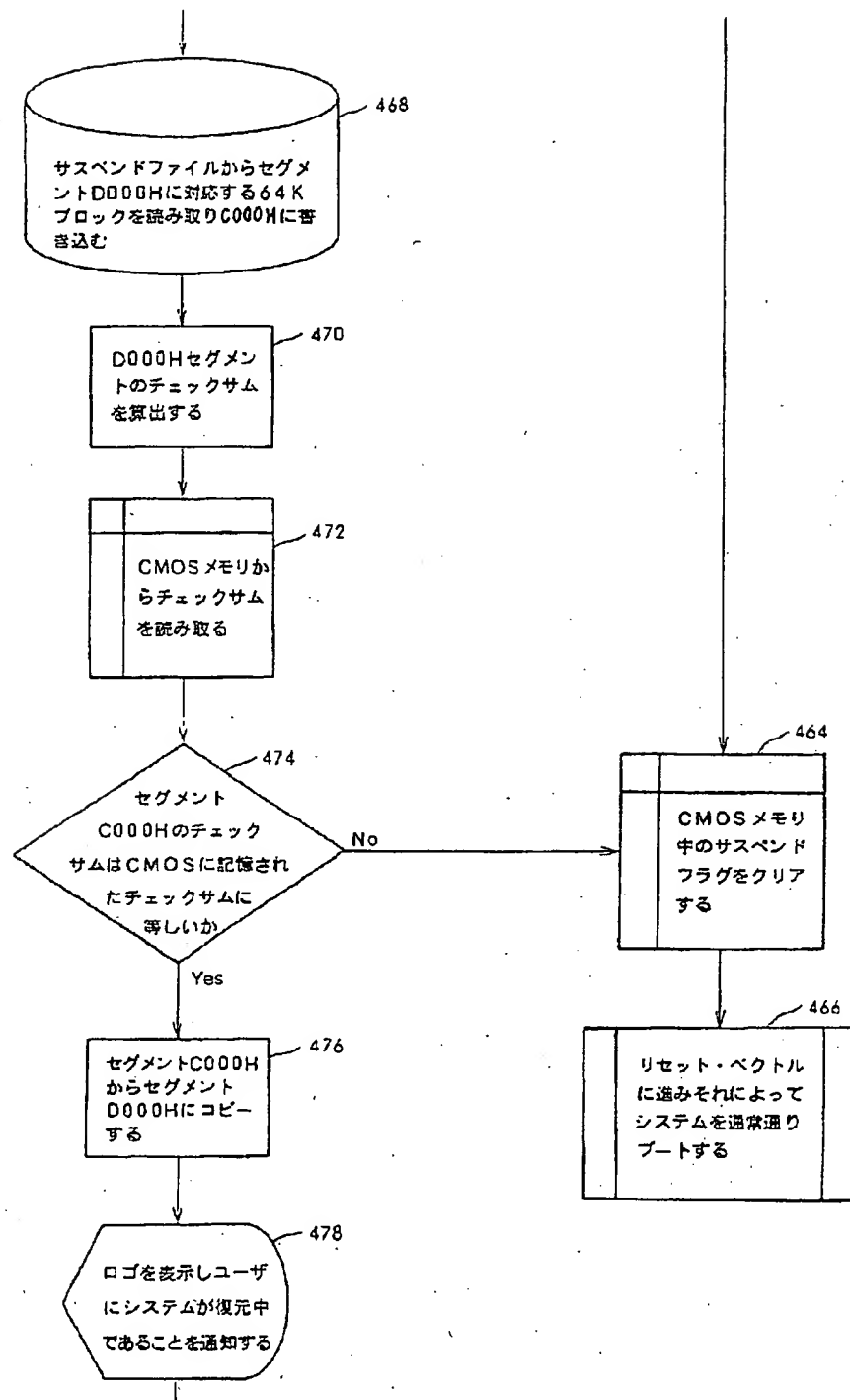
【図19】



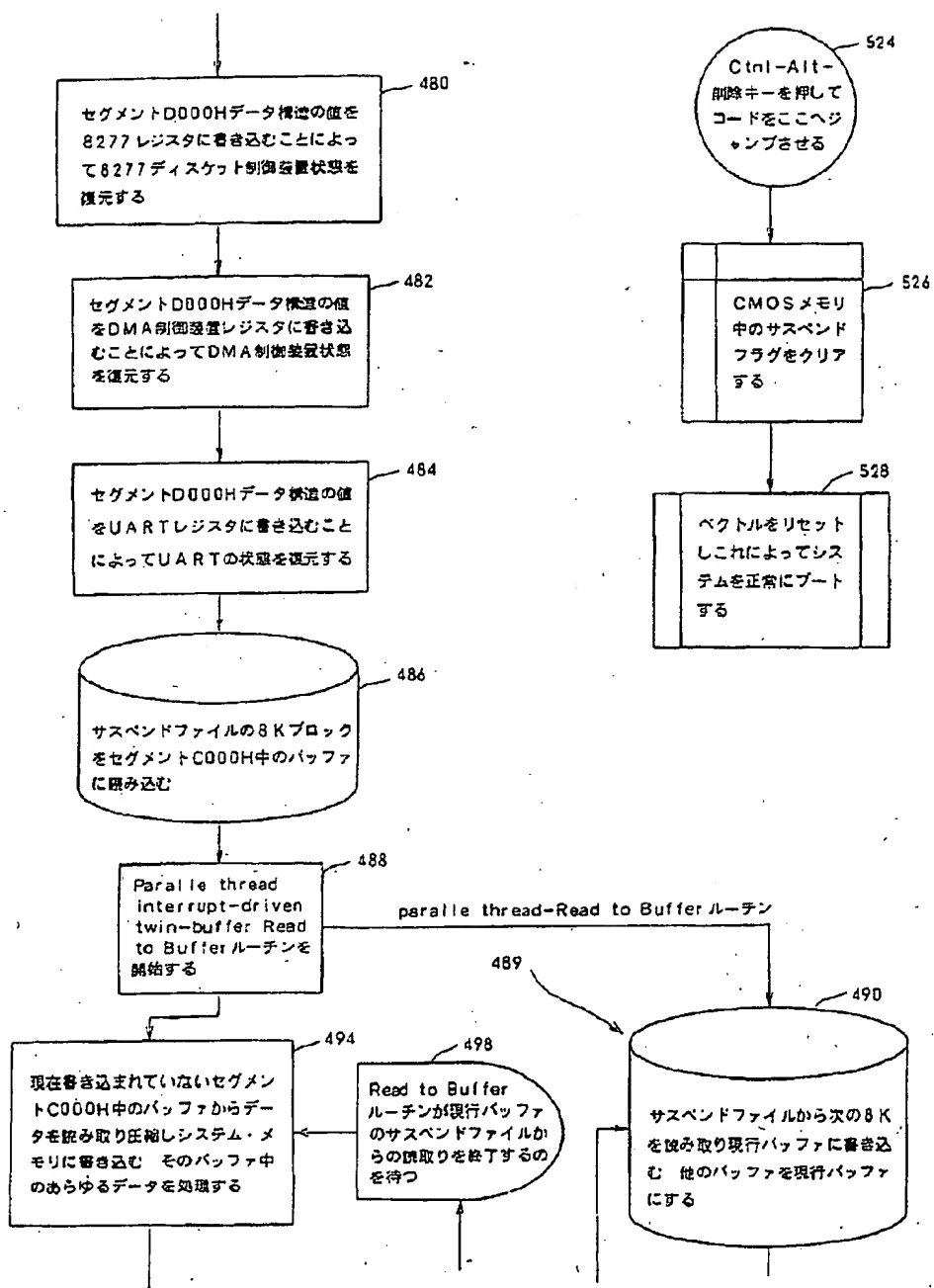
【図18】



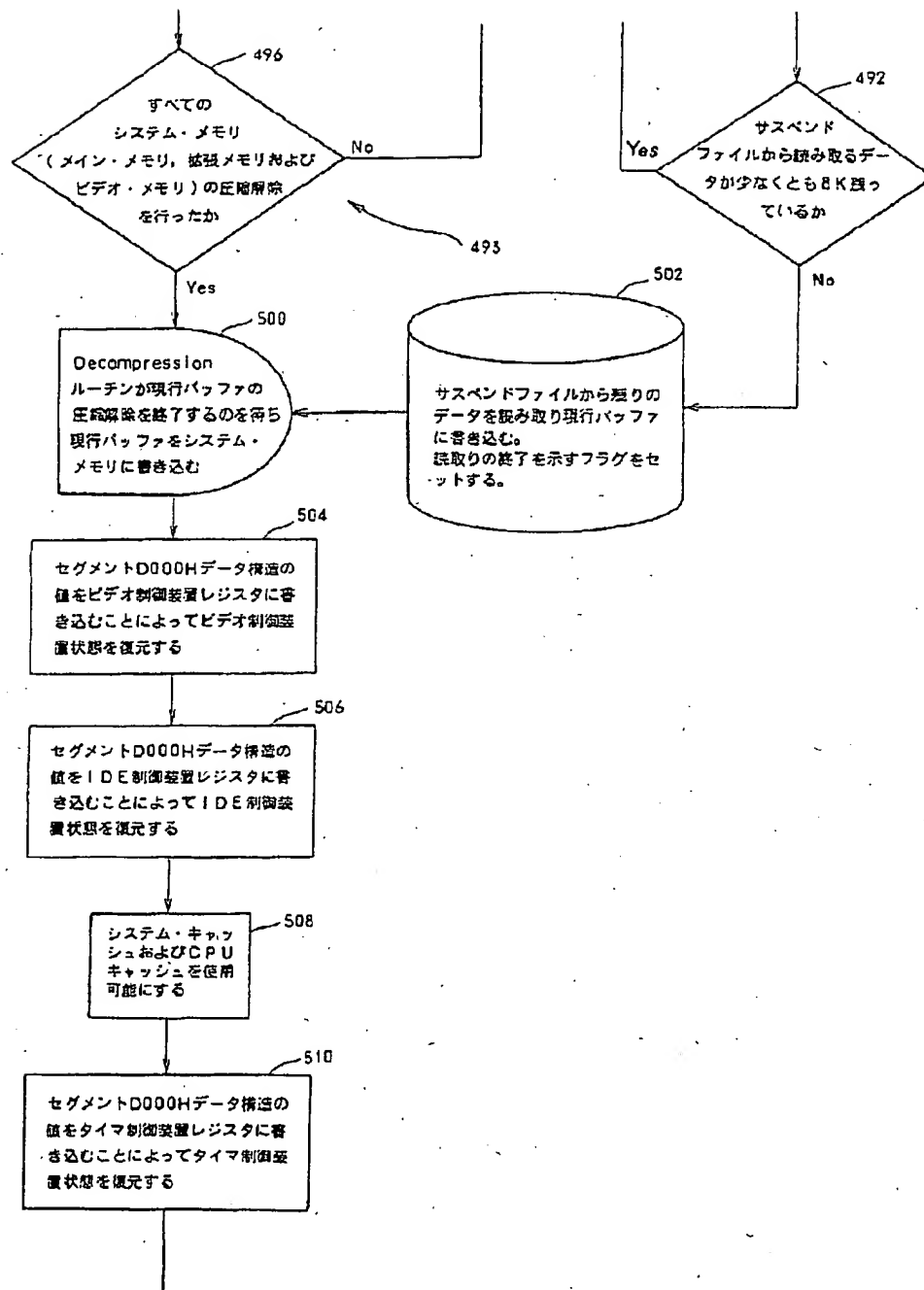
【図20】



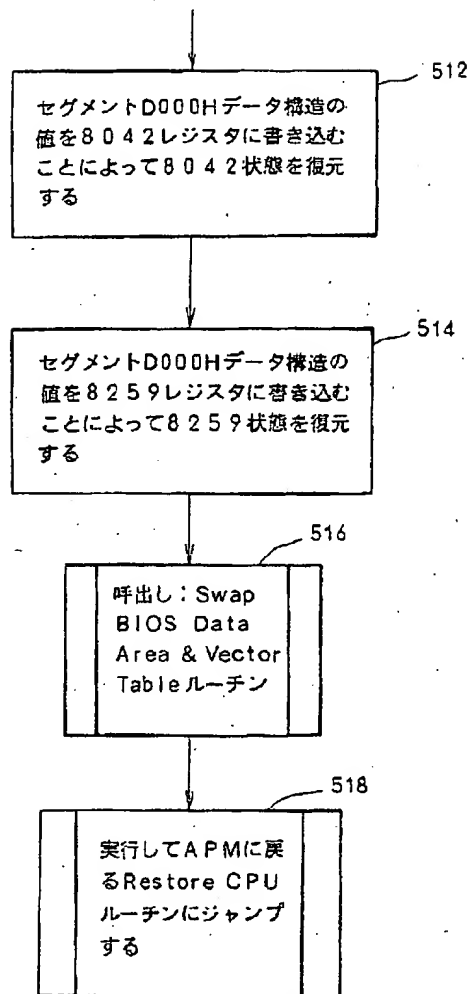
【図21】



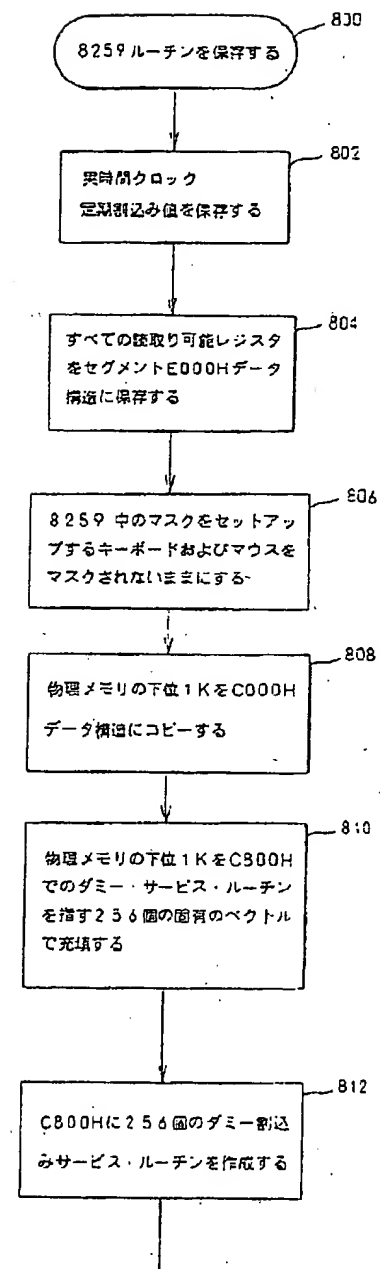
【図22】



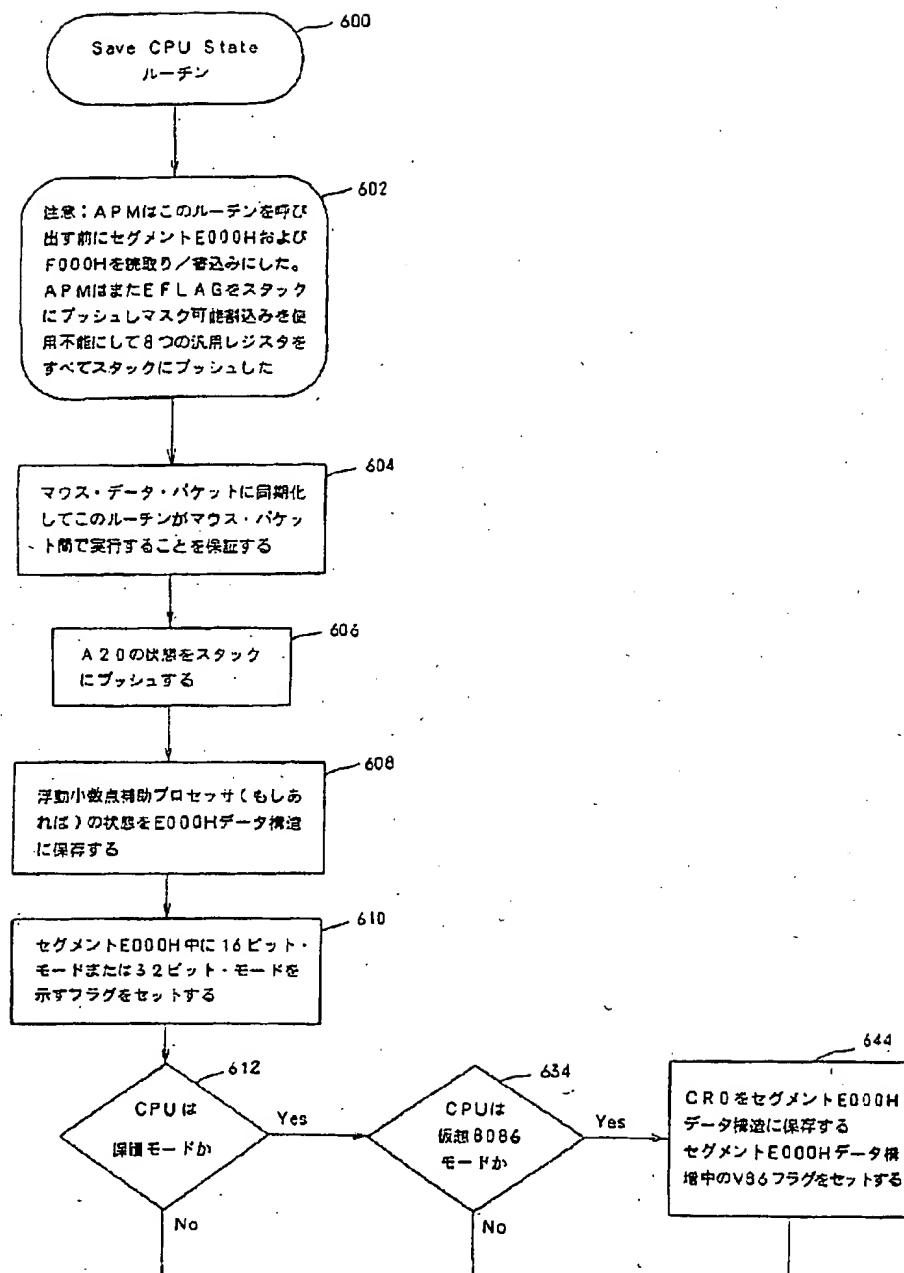
【図 23】



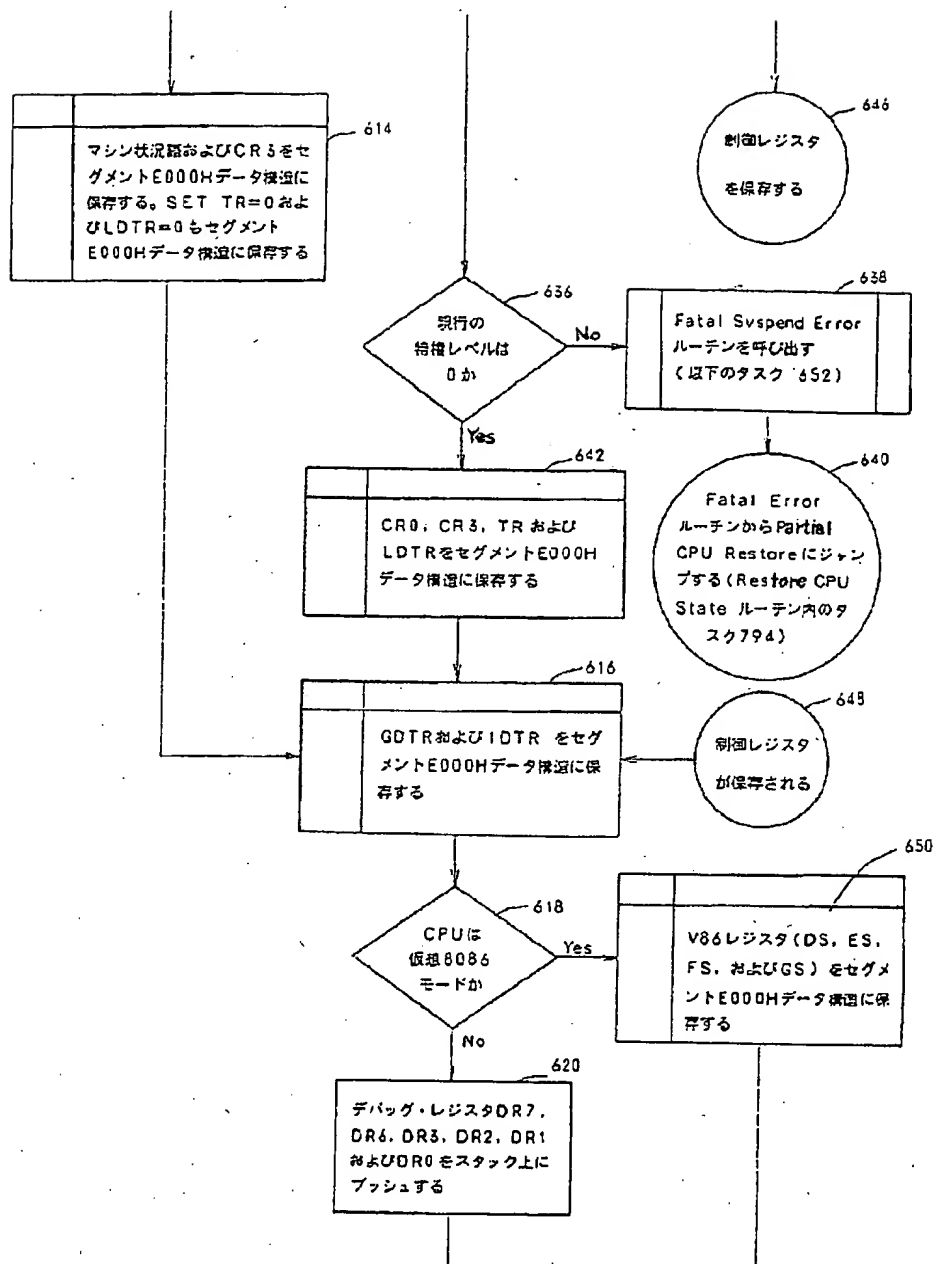
【図 32】



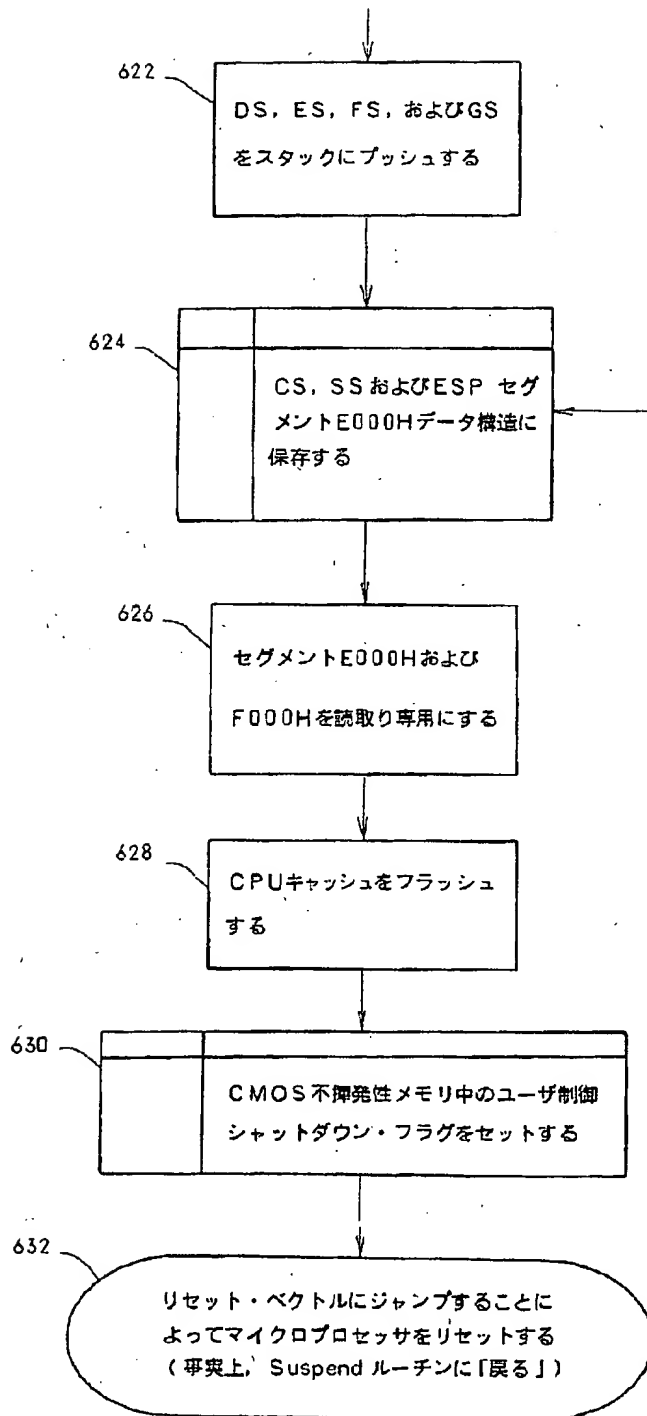
【図 2 4】



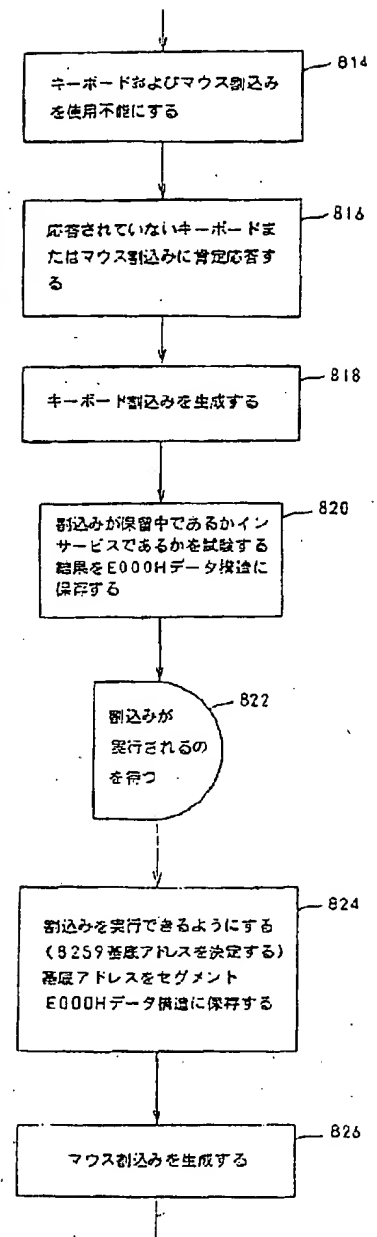
【図25】



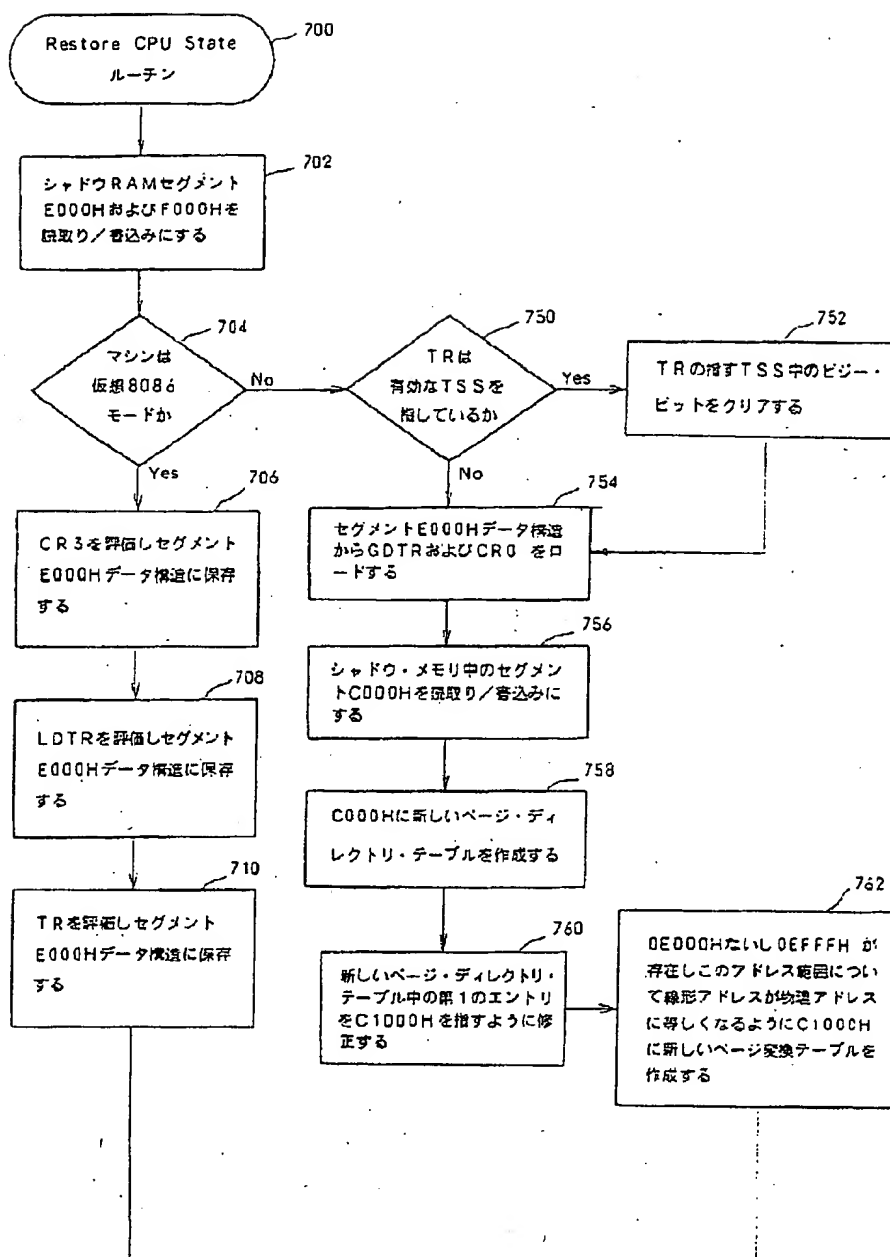
【図26】



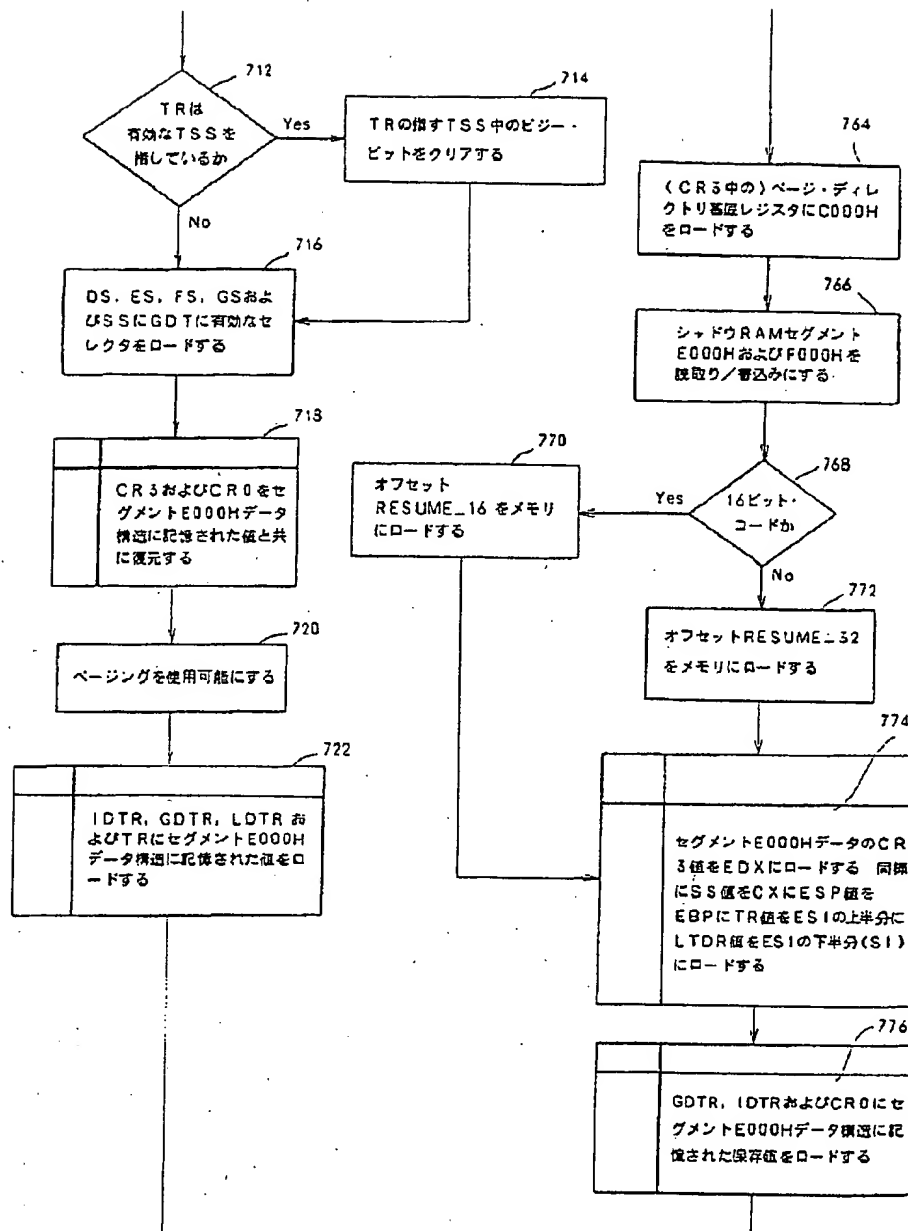
【図33】



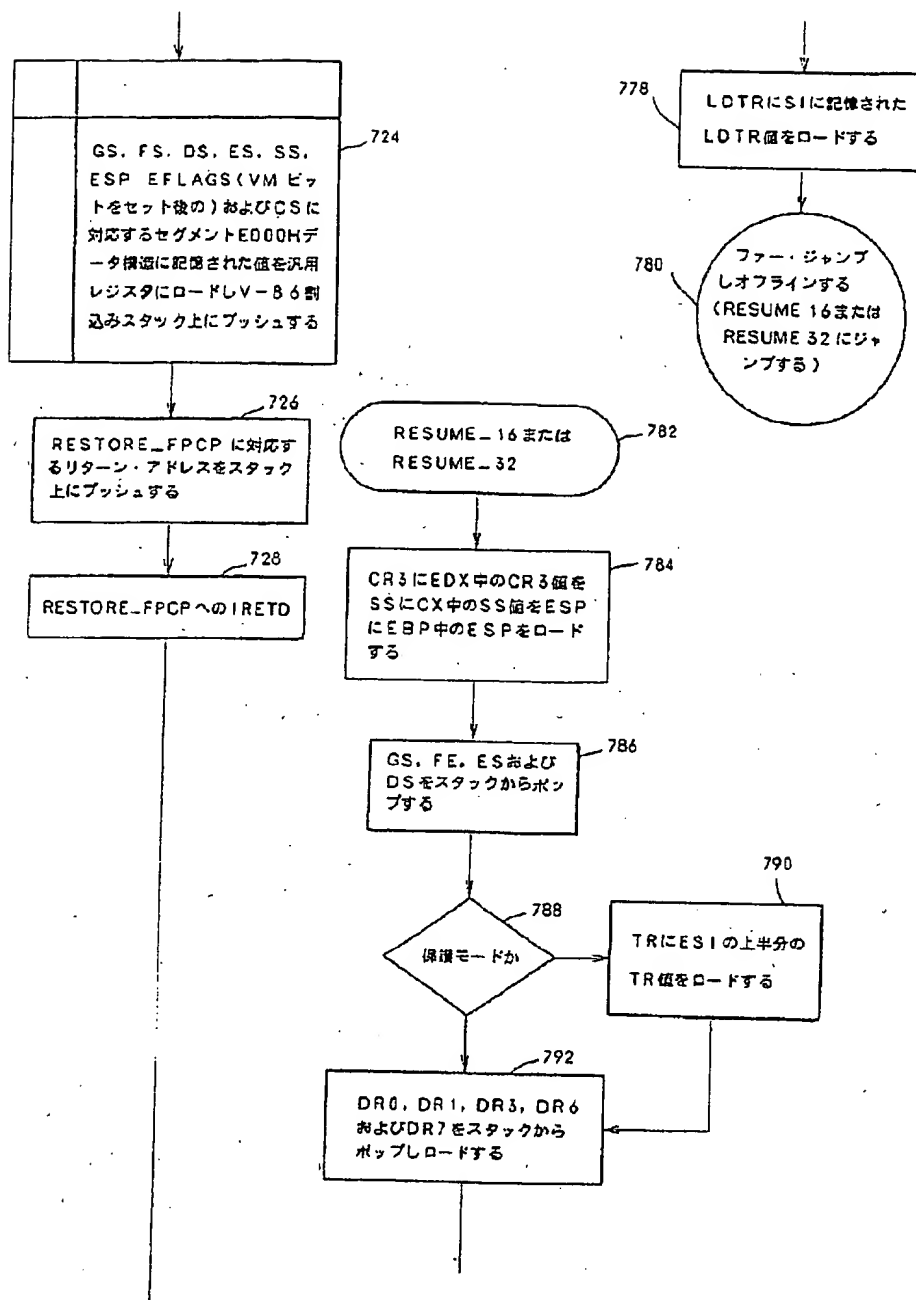
【図28】



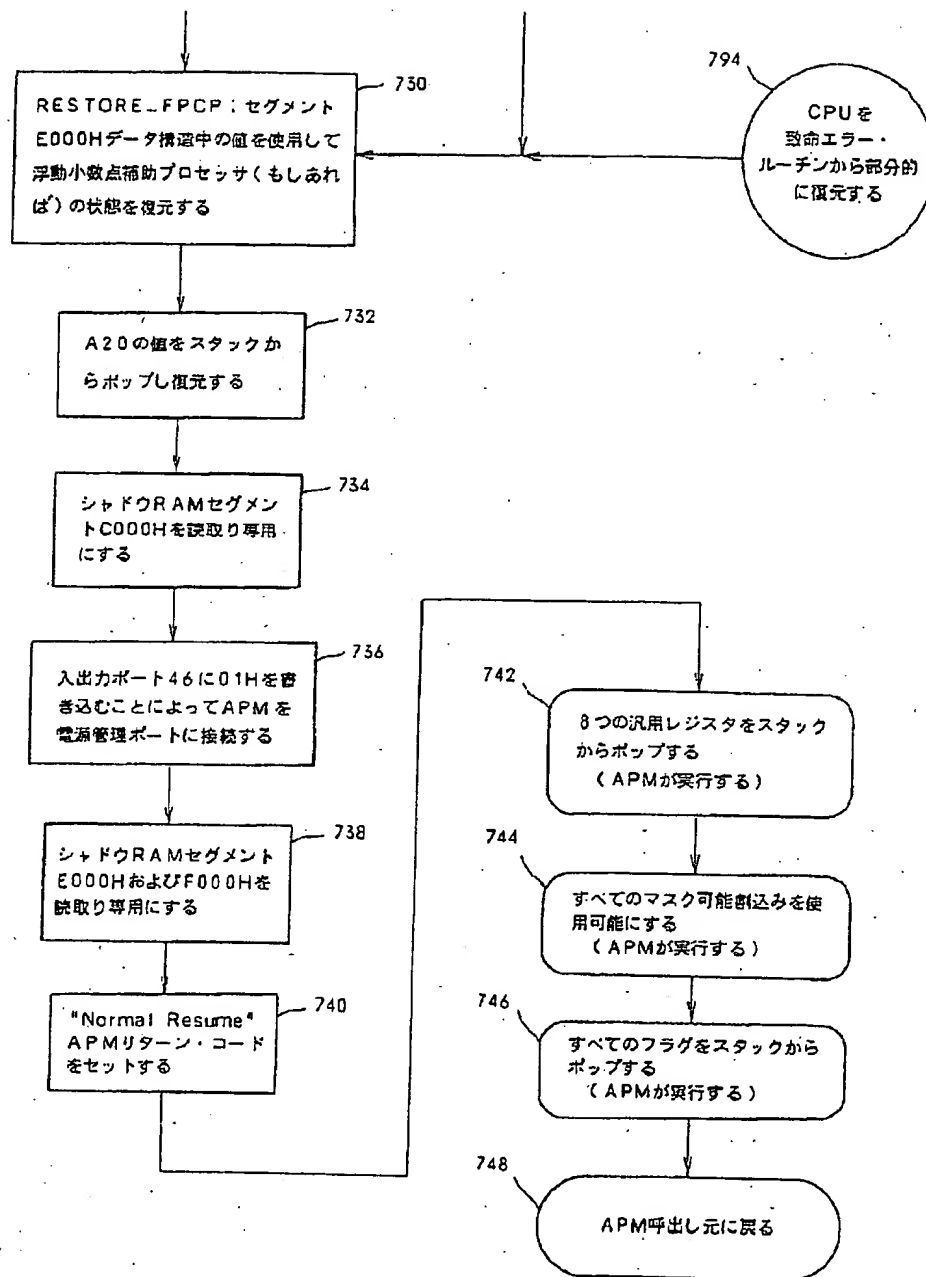
【図29】



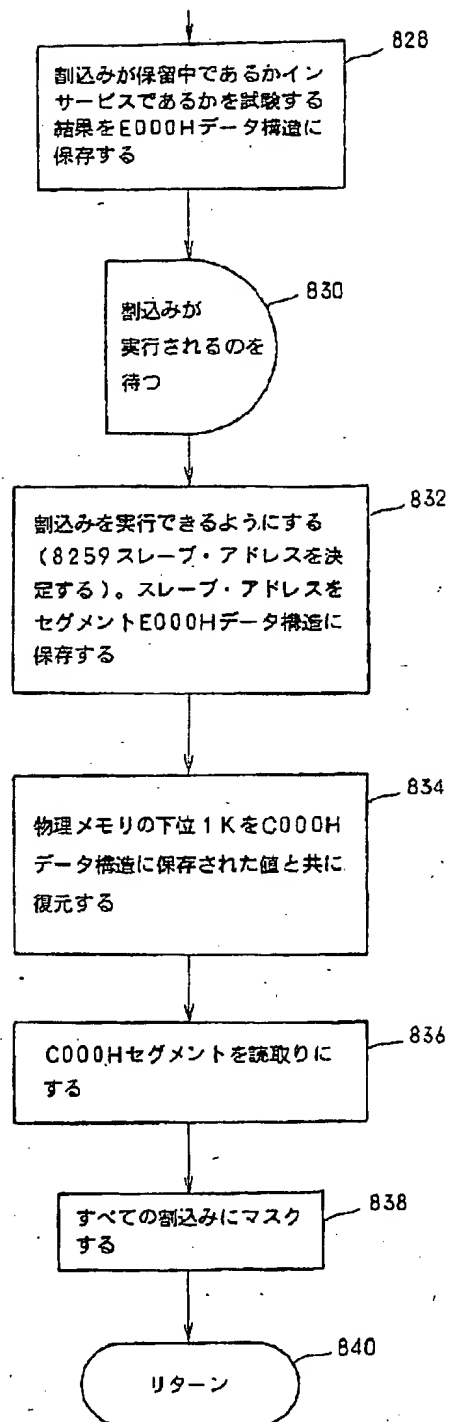
【図 30】



【図31】



【図34】



フロントページの続き

(72)発明者 ドウェイン・ティー・クランプ
アメリカ合衆国40503 ケンタッキー州レ
キシントン ウッドバイン・ドライブ538

(72)発明者 スティーブン・ティー・パンコースト
アメリカ合衆国40503 ケンタッキー州レ
キシントン パスターン・コート3325